

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ УПРАВЛЕНИЯ УРОВНЕМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ МЕТОДОМ ИМИТАЦИОННЫХ ДЕЛОВЫХ ИГР

Харитонов В.А.¹, Данилов А.Н.¹, Букалова А.Ю.¹

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

В статье излагаются алгоритмические и методические основы разработанной имитационной деловой игры «Управление уровнем профессиональной подготовки студентов» как инструмента исследования разнообразных механизмов комплексного оценивания фактического уровня сформированности компетенций и обоснования корректирующих решений с целью подтверждения высокой эффективности инновационных технологий управления. Последние отличает использование алгоритмов агрегирования оценочных данных на основе негэнтропийного подхода и композиции линейно-нелинейных сверток с учетом согласованных мнений заинтересованных сторон. Результаты игры свидетельствуют о повышении точности инновационных технологий и степени доверия к результатам оценивания и обоснования управленческих решений за счет внесения в алгоритмы агрегирования элементов семантики оценочных данных, что делает целесообразной их стандартизацию.

Ключевые слова: профессиональная подготовка студентов, компетенции, технологии управления, негэнтропия, имитационная деловая игра, агрегирование, семантика оценочных данных, стандартизация механизмов оценки.

RESEARCH OF EFFICIENCY OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF MANAGEMENT BY THE PROFESSIONAL STANDARD OF STUDENTS BY THE METHOD OF IMITATING BUSINESS GAMES

Kharitonov V.A., Danilov A.N., Bukalova A.Y.

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

In article algorithmic and methodical bases of the developed imitating business game "Management of a Professional Standard of Students" as instrument of research of various mechanisms of complex estimation of the actual level of formation of competences and justification of correcting decisions for the purpose of confirmation of high efficiency of innovative technologies of management are stated. The last are distinguished by use of algorithms of aggregation of estimated data on the basis of negentropy approach and composition linearly - nonlinear convolutions taking into account consensuses of interested parties. technologies of management. Results of game testify to increase of accuracy of innovative technologies and trust degree to results of estimation and justification of administrative decisions at the expense of entering into algorithms of aggregation of elements of semantics of estimated data that does expedient their standardization.

Keywords: vocational training of students, competences, technologies of management, negentropy, imitating business game, aggregation, semantics of estimated data, standardization of mechanisms of an assessment.

Введение

Модернизация высшего профессионального образования на основе внедрения инновационных технологий управления образовательным процессом всегда связана с проблемой оценки их эффективности. Вычислительный эксперимент лишь частично решает эту задачу, натурный – является высоко затратным и ответственным методом исследования. Имитационная деловая игра (ИДИ) позволяет обойти сложности, возникающие на этапе имитационного моделирования образовательного процесса, обеспечивая достоверность результатов эксперимента [1]. Это становится возможным, благодаря участию экспертов и других заинтересованных лиц (игроков): менеджера основной образовательной программы

(ООП), преподавателей, работодателей и представителей студенчества. Основное внимание в ИДИ сосредоточено в исследовательской области, связанной с подтверждением высокой эффективности предлагаемых инновационных технологий управления.

Целью исследования является подтверждение высокой эффективности инновационных механизмов управления профессиональной подготовкой студентов на основе негэнтропийного подхода к интерпретации результатов контроля образовательного процесса и линейно-нелинейных механизмов свертки оценочных данных по сравнению с применяемыми в практике инструментами управления, находящимися в распоряжении менеджера ООП. Поэтому в основе ИДИ лежат процедуры управления уровнем профессиональной подготовки, отличающиеся методами поддержки принятия управленческих решений и сопоставляемые по степени обоснованности с помощью эталонного механизма измерения регулируемой величины.

В основу методов реализации ИДИ положены алгоритмы агрегирования оценочных данных на основе негэнтропийного подхода и композиции линейно-нелинейных сверток [2].

Материалы и методы исследования

В качестве исходного материала ИДИ приняты следующие компоненты.

Модели образовательного процесса (рис. 1) для контура управления γ представлены в виде структур трудоемкостей $T_{j,d}^\gamma$ и оценочных данных $x_{j,d}^\gamma$ i -х компетенций в j -х группах, формируемых дисциплинами $d \in D$:

	<u>Структура трудоемкости компетенций</u>	<u>Структура оценочных данных компетенций</u>
Набор компетенций	$T^\gamma = \sum_{j=1}^J T_j^\gamma = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^{I_j} \sum_{d=1}^{D_{ji}} T_{j,i,d}^\gamma$	$\{ \{ \{ x_{j,i,d}^\gamma ; d \in D_{ji} \} ; j = \overline{1, J} \} \}$
Группа компетенций	$T_j^\gamma = \sum_{i=1}^{I_j} T_{ji}^\gamma = \sum_{i=1}^{I_j} \sum_{d=1}^{D_{ji}} T_{j,i,d}^\gamma$	$\{ \{ x_{j,i}^\gamma ; d \in D_{ji} \} ; j = \overline{1, J} \}$
Компетенция	$T_{ji}^\gamma = \sum_{d=1}^{D_{ji}} T_{j,i,d}^\gamma$	$\{ x_{j,i,d}^\gamma ; d \in D \}$

Рис. 1. Модель образовательного процесса

Срез модели образовательного процесса (рис. 1) на момент времени управления t_0 - второй семестр подготовки бакалавров по направлению «Строительство» и профилю подготовки «Экспертиза и управление недвижимостью» (табл. 1, 2).

Таблица 1. Модель объекта управления на текущий момент времени

d	Дисциплина	j = 2	
		i = 1	i = 3
1	История	63 час	
2	Философия	45 час	
3	Математика		176 час.
4	Физика		113 час.
5	Химия		54 час.
6	Информатика		36 час.
7	Инженерная графика		144 час.

Таблица 2. Срез оценочных данных

№	история			философия			математика			физика			информатика			химия			инженерная		
	x _{1j1} ¹	x _{1j1} ²	x _{1j1} ³	x _{1j2} ¹	x _{1j2} ²	x _{1j2} ³	x _{1j3} ¹	x _{1j3} ²	x _{1j3} ³	x _{1j4} ¹	x _{1j4} ²	x _{1j4} ³	x _{1j5} ¹	x _{1j5} ²	x _{1j5} ³	x _{1j6} ¹	x _{1j6} ²	x _{1j6} ³	x _{1j7} ¹	x _{1j7} ²	x _{1j7} ³
1	4	3	3	4	5	5	3	4	3	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	3
2	4	3	3	5	5	5	3	4	3	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3
3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3
4	3	4	4	3	3	3	5	5	5	5	4	5	4	4	4	5	5	4	4	5	5
5	5	4	5	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
6	5	4	5	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3
...																					
...																					
...																					
24	5	3	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	5	4	5
25	5	3	4	4	3	4	5	4	4	4	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5
26	4	4	3	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5
27	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	5	4	4	5	5	5
28	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	4	3	4	4	5	5
29	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3
30	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	4	4

Алгоритмы агрегирования оценочных данных с использованием различных методов свертки представлены линейными (1), (2) и линейно-нелинейными (рис. 2) отношениями [3]. Последние являются основой для построения рабочего и эталонного механизмов комплексного оценивания:

метод арифметического усреднения всех оценочных

$$\bar{x}_1^*(t_0) = \frac{\sum_{d=1}^U x_d^*(t_0)}{U} \quad (1)$$

метод арифметического усреднения для оценок групп компетенций с их линейной сверткой на заключительном этапе

$$\bar{x}_j^*(t_0) = \frac{\sum_{i=1}^{J_j} \bar{x}_{ji}^*(t_0)}{J_j} \quad \bar{x}_2^*(t_0) = \sum k_j^i x_j^*(t_0) \quad (2)$$

линейно-нелинейный механизм комплексного оценивания индивидуальных оценочных данных.

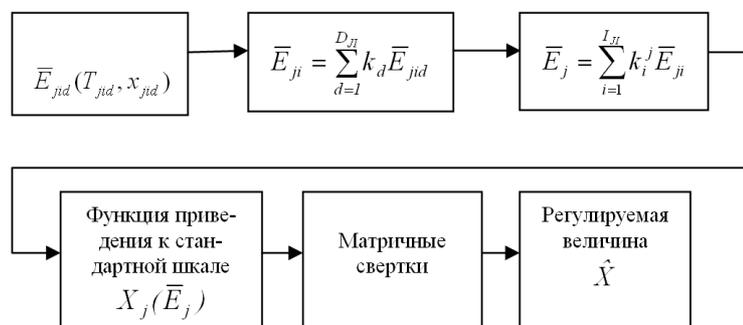


Рис. 2. Алгоритм агрегирования индивидуальных оценочных данных

Первая часть алгоритма описывает измерение фактического уровня накопленной негэнтропии в условных единицах [2] на основе оценочных данных x_{jd} и эффективной

трудоемкости $T_{j;d}$ с помощью экспертно устанавливаемой функции $\bar{E}_{j;d}(T_{j;d}, x_{j;d})$, (рис. 3). Под условной единицей негэнтропии понимается количество накопленной информации в ходе освоения дисциплины виртуальным студентом, на которого ориентируются при установлении или коррекции ее эффективной трудоемкости.

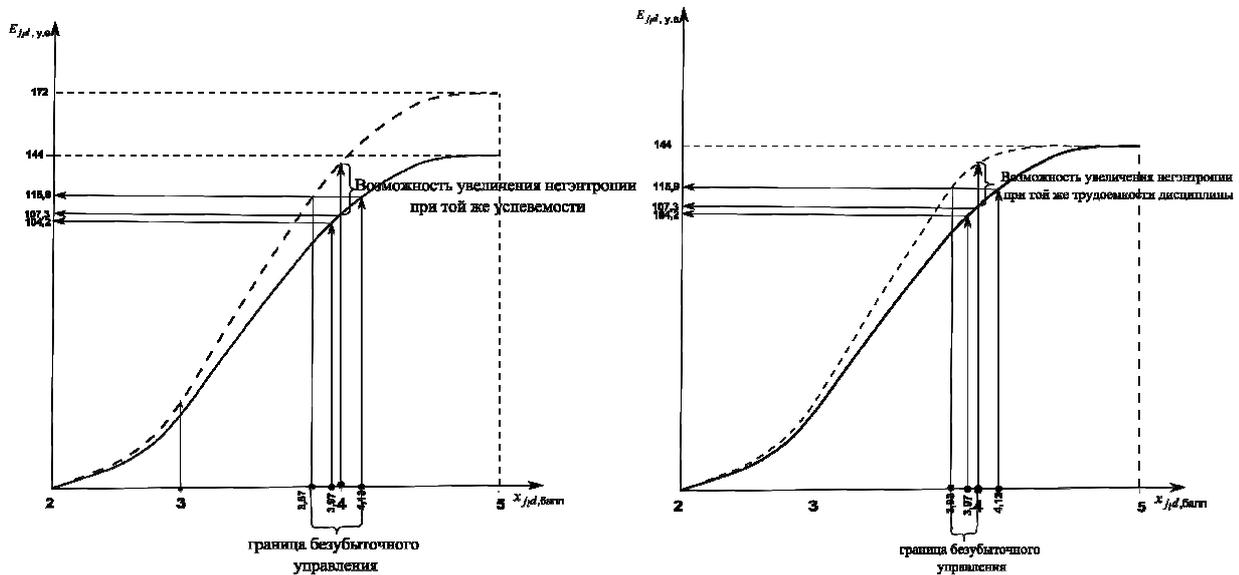


Рис. 3. Измерение фактического уровня накопленной негэнтропии и установление границы безубыточного управления уровнем профессиональной подготовки: а) коррекцией эффективной трудоемкости локализованной дисциплины; б) применением инновационных педагогических технологий

С помощью этого алгоритма усреднением исходных оценочных данных по дисциплинам (образ успеваемости «среднего студента») создается рабочий инновационный инструмент оценивания уровня профессиональной подготовки, а усреднением комплексных оценок успеваемости всего контингента - общий для всех методов эталонный инструмент проверки точности всех методов, более точно отображающий результат обучения как прошедший необходимую сертификацию посредством согласования интересов всех участников управления.

Рабочий механизм оценивания уровня, уступая эталонному вследствие методических погрешностей, связанных с порядком арифметического усреднения, отличается возможностями построения процедуры, обратной агрегированию, благодаря сохраняющимся при свертках промежуточных результатов вычислений. Это свойство использовано для построения результативного диагностического процесса (рис. 3) по локализации сложившихся у студентов проблемных мест при формировании набора компетенций.

Из рис. 3а видно, что за счет изменения трудоемкости учебной дисциплины, участвующей в формировании конкретной дисциплинарной компетенции, можно увеличить

значение негэнтропийного уровня ее сформированности и тем самым повысить качество текущей подготовки студентов. Помимо указанного средства управления – изменения эффективной трудоёмкости локализованной дисциплины, участвующей в формировании конкретной дисциплинарной компетенции, можно предусмотреть альтернативные методы для увеличения негэнтропийного уровня сформированности компетенции. К таким методам можно отнести, например, совершенствование учебно-методической базы преподавания дисциплины, применение информационных технологий (видеолекции и др.), внедрение активного и интерактивного методов обучения и т.д. Указанные мероприятия могут привести к изменению кривой, описывающей процесс накопления негэнтропии, при той же самой эффективной трудоёмкости дисциплины (рис. 3б). При этом, очевидно, самым сложным является определение «слабого» места в подготовке студентов, что обеспечивается предлагаемым алгоритмом декомпозиции общей оценки уровня сформированности каждой компетенции, который продемонстрирован на примере проведения ИДИ (рис. 4). В данном примере таким «слабым» местом, локализованной дисциплиной в подготовке студентов является физика, которая принимает участие в формировании общепрофессиональной компетенции ПК-3 с эффективной трудоёмкостью 113 часов.



Рис. 4. Процесс локализации проблемных мест в образовательном процессе

Существо метода проведения ИДИ с приведенной выше целью можно представить поведенческим алгоритмом.

Предшествующий началу ИДИ подготовительный этап заключается в разработке сертификатов на эталонный инструмент, в котором участвует менеджер ООП, преподаватели, работодатели. Получение согласованных значений параметров эталонного инструмента проводится методом деловой игры с использованием не манипулируемых методов усреднения экспертной информации [4].

Шаг 1. Получение задания в виде среза учебного процесса на текущий момент времени и сопутствующих ему оценочных данных.

Шаг 2. Последовательное проведение обработки оценочных данных, для определения текущего уровня сформированности набора компетенций, по каждому из сложившихся на практике и предложенных инновационных методов [5]. Анализ полученных результатов.

Шаг 3. Получение задания на повышение (понижение) уровня профессиональной подготовки.

Шаг 4. Обоснование корректирующего воздействия последовательно, используя полученные ранее результаты определения текущего уровня сформированности набора компетенций тремя методами, включая востребованные для управления ресурсы.

Шаг 5. Выполняется, если предложенные управленческие решения реально влияют на вид оценочных данных. В этом случае осуществляется коррекция оценочных данных с учетом результатов опроса представителей студенчества в соответствии со структурой контингента относительно предрасположенности к отдельным дисциплинам, устанавливаемой по исходным оценочным данным.

Шаг 6. Определение новых значений уровней сформированности набора компетенций с помощью эталонного метода.

Шаг 7. Анализ эффективности управления по критериям соответствия желаемого результата и предполагаемым затратам.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ результатов первых двух шагов ИДИ (рис. 5а) свидетельствует о существенном повышении точности комплексного оценивания эталонным инновационным механизмом за счет внесения в алгоритмы агрегирования элементов семантики на множестве учебных дисциплин, что повышает доверие к результатам оценивания и позволяет возводить эталонный механизм в ранг межвузовского контроллера стандарта ООП по отдельным направлениям, профилям и магистерским программам.

Незначительные расхождения полученных оценок с оценками рабочего инновационного механизма делают возможным использование последнего в качестве механизма локализации ключевых участков образовательного процесса в целях управления уровнем профессиональной подготовки. Результаты остальных шагов имитационной игры (рис. 5б), сделанных при различных допущениях о характере реакции студентов на коррекцию эффективной трудоемкости дисциплин, подтверждают высокую степень обоснованности параметров коррекции (управляющих решений).

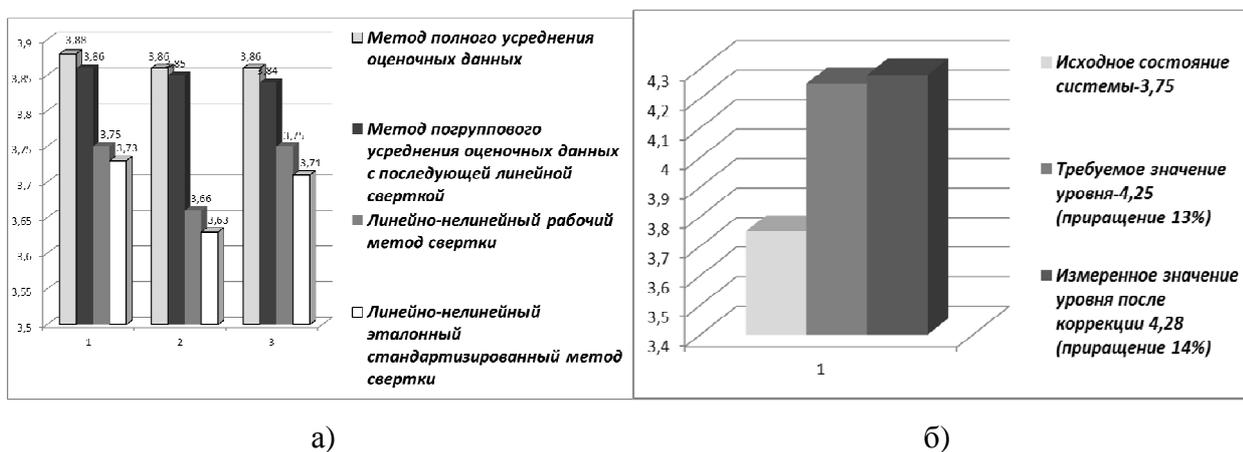


Рис. 5. Итоговые результаты проведения ИДИ по оценке эффективности различных методов оценивания уровня профессиональной подготовки (а) и обоснования управленческих решений (б)

В ходе проведения исследовательской имитационной деловой игры обнаружен эффект без затратного увеличения уровня сформированности компетенций за счет увеличения эффективной трудоемкости дисциплин, связанного с ростом фактически накапливаемой негэнтропии. Граница эффективности метода определяется предельно допустимым снижением средней оценки по корректируемой дисциплине (рис. 3).

Заключение

Организация и проведение разработанной исследовательской ИДИ подтвердила повышение о достоверности делегируемых ей научных положений, касающихся эффективности инновационных технологий управления уровнем профессиональной подготовки студентов, благодаря предусмотренному участию в игре менеджера основной образовательной программы (ООП), преподавателей, работодателей и представителей студенчества либо лиц, их замещающих, если речь идет об учебной ИДИ.

В процессе проведения ИДИ установлен эффект обучаемости участников игры углубленно, пониманию назначения, структуры набора компетенций и их семантических связей с образовательными технологиями, что делает этот инструмент привлекательным для дополнительной подготовки персонала учебно-образовательных управлений вузов. Это обстоятельство является серьезным аргументом в пользу разработки управленческих ИДИ, решающих задачи наладки и сертификации прикладного характера.

Список литературы

1. Баркалов С.А., Бабкин В.Ф., Щепкин А.В. Деловые имитационные игры в организации и управлении : учеб. пособие. - М. : АСВ, 2003. – 200 с.

2. Букалова А.Ю., Харитонов В.А. Интеллектуальные инструментальные средства поддержки принятия решений в задачах управления уровнем профессиональной подготовки // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 1. - URL: <http://www.science-education.ru/107-8551> (дата обращения: 08.03.2013).
3. Букалова А.Ю. Инструментальные средства измерения уровня профессиональной подготовки и обоснование корректирующих образовательный процесс воздействий / А.Ю. Букалова, В.А. Харитонов, А.Н. Данилов, Е.Н. Кадочникова // Управление большими системами : материалы X Всерос. школы-конф. молодых ученых (Уфа, 5-7 июня 2013 г.). - Уфа, 2013. - Т. 2. - С. 47-50.
4. Харитонов В.А., Белых А.А., Шайдулин Р.Ф., Мелехин М.И., Алексеев А.О. Адаптивная неманипулируемая процедура обработки результатов экспертного оценивания : авторское свидетельство № 2009616217.2009.
5. Харитонов В.А., Белых А.А., Шайдулин Р.Ф. Автоматизированные системы оперативного исследования моделей объектов комплексного оценивания : авторское свидетельство № 2009610220.2008.

Рецензенты:

Столбов Валерий Юрьевич, д.т.н, профессор, декан факультета прикладной механики и математики, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь.

Гитман Михаил Борисович, д.ф.-м.н, профессор, профессор кафедры «Математическое моделирование систем и процессов», Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь.