

**На правах рукописи**



**БУКАЛОВА Алина Юрьевна**

**УПРАВЛЕНИЕ УРОВНЕМ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ  
НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ  
ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

**05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание ученой степени**

**кандидата технических наук**

**Уфа – 2014**

Работа выполнена в ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» на кафедре строительного инжиниринга и материаловедения

Научный руководитель: Засл. работник высш. шк. РФ,  
д-р техн. наук, проф.  
**ХАРИТОНОВ Валерий Алексеевич**

Официальные оппоненты: д-р. техн. наук, проф.  
**ШАРАФИЕВ Роберт Гарафиевич**  
начальник отдела качества, профессор кафедры  
технологии нефтяного аппаратостроения  
ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный  
нефтяной технический университет»

канд. техн. наук, доц.  
**КАРАМЗИНА Анастасия Геннадьевна**  
доцент кафедры технической кибернетики  
ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный  
авиационный технический университет»

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государствен-  
ный университет (национальный исследователь-  
ский университет)

Защита диссертации состоится «20» июня 2014 года в 12 час.  
на заседании диссертационного совета Д-121.288.03  
при Уфимском государственном авиационном техническом университете  
по адресу: 450000, Уфа-центр, ул. К. Маркса, 12.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО  
«Уфимский государственный авиационный технический университет» и  
на сайте <http://www.ugatu.ac.ru/>.

Автореферат разослан «30» апреля 2014 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
д-р техн. наук, проф.



В. В. Миронов

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### **Актуальность темы исследования**

Циклический характер развития экономики обуславливает периодический разнонаправленный характер требований к уровню профессиональной подготовки выпускников вуза. Необходимо осуществлять периодический анализ и управление уровнем профессиональной подготовки студентов с учетом предпочтений заинтересованных групп общества.

В современных условиях реформирования системы высшего образования применяемые алгоритмы поддержки принятия решений при управлении не способны обеспечить достаточно высокую достоверность результатов оценивания уровня профессиональной подготовки студентов и обоснование параметров коррекции образовательного процесса. Актуальность диссертационной работы заключается в востребованности эффективных инновационных алгоритмов интеллектуальной поддержки принятия решений с учетом мнений лиц, заинтересованных в результатах управления уровнем профессиональной подготовки студентов.

**Степень разработанности темы исследования.** Различным подходам к проблеме управления уровнем профессиональной подготовки посвящены труды отечественных ученых М. Б. Гузаирова, И. Б. Герасимовой, Ю. С. Васильева, Н. Н. Матушкина, В. Г. Захаревича, и др.

Обоснованию компетентностного подхода и проблемам педагогических измерений посвящены труды И. А. Зимней, В. И. Бондаренко, Н. А. Селезневой, И. Д. Столбовой, А. И. Суббето, Р. Н. Азаровой, Н. В. Борисовой, А. А. Добряковой, В. И. Звонникова, М. Б. Чельшковой и др.

Негэнтропийному подходу, перспективному для решения задач измерения накапливаемой в ходе учебного процесса информации, посвящены труды зарубежных и отечественных ученых: К. Шеннона, Э. Шретингера, Л. Бриллюэна, С. М. Коротаева, М. В. Волькенштейна, В. П. Цимбала, В. А. Каплунова, В. Б. Вяткина, А. Н. Колмагорова и др.

Известные линейные и нелинейные методы свертки частных критериев в комплексную оценку, необходимые для моделирования предпочтений различных социальных групп, заинтересованных в управлении образовательным процессом, обсуждаются в работах Г. Г. Азгальдова, А. Г. Варжапетяна, В. Н. Буркова, Д. А. Новикова, В. А. Харитоновна и др.

Приведенные результаты недостаточно полно и всесторонне обеспечивают решение проблем управления образовательным процессом с позиций общих принципов управления, компетентностного и негэнтропийного подходов.

**Объектом исследования** является процесс управления уровнем профессиональной подготовки студентов на основе компетентностного подхода.

**Предметом исследования** являются алгоритмы интеллектуальной поддержки принятия решений при управлении уровнем профессиональной подготовки студентов.

### **Цели и задачи исследования**

Целью диссертационной работы является повышение достоверности и степени обоснования принимаемых с учетом мнений всех заинтересованных сторон решений при управлении уровнем профессиональной подготовки студентов на основе алгоритмов интеллектуальной поддержки.

Для достижения поставленных целей требуется решить следующие задачи:

- 1) сформулировать концепцию интеллектуальной поддержки принятия решений при управлении уровнем профессиональной подготовки студентов;
- 2) разработать комплексную модель управления уровнем профессиональной подготовки студентов;
- 3) разработать алгоритмы комплексной оценки текущего уровня профессиональной подготовки и обоснования коррекции образовательного процесса;
- 4) исследовать эффективность алгоритмов поддержки принятия решений при управлении уровнем профессиональной подготовки студентов на основе интеллектуальных технологий.

**Методы исследования.** При проведении исследования были использованы компетентностный и негэнтропийный подходы, методы экономического анализа, системного анализа, теорий управления и принятия решений, методы системного моделирования и многокритериальной оптимизации, а также технологий имитационного делового моделирования.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Концепция интеллектуальной поддержки принятия решений является методологической основой разнонаправленного управления уровнем профессиональной подготовки с обратной связью при участии заинтересованных лиц.

2. Комплексная модель управления уровнем профессиональной подготовки студентов представляет собой описание полной совокупности исходных данных, процессов выбора и принятия решений субъектами управления.

3. Алгоритмы интеллектуальной поддержки принятия решений обеспечивают агрегирование оценочных данных и локализацию проблемных мест при управлении уровнем профессиональной подготовки.

4. Результаты экспериментального исследования различных способов управления уровнем профессиональной подготовки методом имитационной деловой игры подтверждают повышение достоверности результатов оценивания уровня профессиональной подготовки и степени обоснования коррекции образовательного процесса.

## Научная новизна работы

1. Концепция интеллектуальной поддержки принятия решений при управлении уровнем профессиональной подготовки студентов отличается от известных:

- соблюдением общих принципов управления в многоконтурных системах с обратной связью и многомерным описанием состояния объекта управления;
- обоснованием востребованности динамики управления уровнем профессиональной подготовки студентов на выпускающей кафедре в соответствии со складывающейся ситуацией на рынках труда и образовательных услуг;
- рекомендацией математического аппарата исследования из области линейных и нелинейных сверток, соответствующего единству задач агрегирования и декомпозиции;
- внесением элементов семантических связей образовательных технологий с набором компетенций, что делает концепцию конструктивным методологическим базисом при разработке алгоритмов комплексного оценивания уровня подготовки и локализации его проблемных мест.

2. Разработанная комплексная модель управления уровнем профессиональной подготовки студентов отличается от известных:

- системным описанием оригинальных процессов организации и преобразования исходных данных, выбора и принятия решений субъектами управления;
- использованием новой теоретико-множественной модели объекта управления по параметрам трудоемкости, эффективной трудоемкости и оценочных данных;
- учетом различного информационного вклада (элементов семантики) технологий формирования компонентов компетенций, отдельных компетенций и их групп на основе негэнтропийного подхода.

3. Разработанные алгоритмы интеллектуальной поддержки принятия решений отличаются от известных:

- композицией линейно-нелинейных сверток оценочных данных, служащей основой для создания эталонного механизма комплексного оценивания повышенной точности и рабочего механизма, позволяющего локализовать проблемные места образовательного процесса, благодаря сохранению всех обстоятельств контекстного агрегирования;
- процедурой декомпозиции рассогласования значения текущего уровня профессиональной подготовки с желаемым для обоснования коррекции образовательного процесса.

4. Экспериментальное исследование инновационных механизмов управления уровнем профессиональной подготовки студентов методом имитационной деловой игры отличается от известных сопоставлением результатов комплексного оценивания уровня профессиональной подготовки студентов, полученных традиционными методами и инновационными технологиями для подтверждения их до-

стоверности, обоснованием коррекции образовательного процесса и использованием эталонного стандартизированного механизма.

**Практическая значимость работы** заключается в возможности использования алгоритмов интеллектуальной поддержки принятия решений в задачах управления уровнем компетентностно-ориентированной профессиональной подготовки студентов как одноуровневых (бакалавры или магистры), так и двухуровневых образовательных систем с учетом предпочтений различных социальных групп в целях:

- повышения достоверности результатов оценивания уровня профессиональной подготовки студентов и обоснования коррекции образовательного процесса;
- перспективного использования этого механизма в других вузах в рамках соответствующих профилей, направлений и магистерских программ;
- малозатратного управления уровнем профессиональной подготовки студентов в рамках границ его применения, установленных в ходе исследования.

### **Внедрение результатов и связь темы с научными программами**

Исследования проводились в период с 2008–2013 гг. Результаты исследований внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВПО «Пермского национального исследовательского политехнического университета» и ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», а также проверены в рамках выполнения следующих инновационных проектов:

1. Экспериментальная площадка по модернизации системы обеспечения качества и управлению качеством высшего образования по отдельным образовательным программам (2008–2012 г.) – выполнено ПНИПУ (ПГТУ) совместно с Исследовательским центром повышения качества подготовки специалистов (г. Москва).

2. Федеральная инновационная образовательная программа «Создание инновационной системы формирования профессиональных компетенций кадров и центра инновационного развития региона на базе многопрофильного технического университета» (2007–2008 гг.).

**Апробация работы.** Материалы диссертационной работы обсуждались и докладывались на следующих конференциях и семинарах:

- VII Международной школе-конференции молодых ученых «Управление большими системами», г. Пермь, Россия, 27–29 мая 2010 г.;
- VIII Всероссийской школе-конференции молодых ученых «Управление большими системами», г. Магнитогорск, 25–27 мая 2011 г.;
- Всероссийской научной конференции «Статистика. Моделирование. Оптимизация», г. Челябинск, 28 ноября – 2 декабря 2011 г.;
- IX Всероссийской школе-конференции молодых ученых «Управление большими системами», г. Липецк, 21–24 мая 2012 г. (получен диплом);

– Международной научно-практической конференции «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании», г. Одесса, 18–27 декабря 2012 г.;

– III Всероссийской научно-практической конференции «Инвестиции в недвижимость как материальный базис модернизации и инновационного развития экономики», г. Томск, 25–27 февраля 2013 г.

**Публикации.** По теме диссертационной работы опубликовано 11 научных работ, в том числе 3 – в изданиях, рекомендованных ВАК.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения и списка литературы. Объем работы составляет 145 страниц основного текста, включая 50 рисунков. Библиографический список включает 118 источников.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** обосновывается актуальность выбранной темы, сформулированы цели и задачи диссертационной работы, методологический аппарат работы, определены научная новизна и практическая ценность выносимых на защиту результатов. Приведены сведения о внедрении результатов, апробации и публикациях.

**Первая глава** «Актуальность задачи разработки алгоритмов интеллектуальной поддержки принятия решений при управлении уровнем профессиональной подготовки студентов» посвящена анализу проблемы управления уровнем профессиональной подготовки студентов и результатов исследований решений этой проблемы. Несмотря на большое количество публикаций, посвященных этой проблеме, остались нераскрытыми некоторые вопросы, касающиеся необходимости соблюдения общих принципов управления и учета человеческого фактора, а именно интересов различных социальных групп при управлении уровнем профессиональной подготовки. Прикладных результатов, касающихся управления образовательными процессами на этих принципах, не обнаружено.

В своих работах авторы не уделили внимания композициям компетенций, отображающим связанные действия выпускников при решении учебных и прикладных задач. Кроме того, отсутствуют эффективные методики оценивания уровня сформированности компетенций и их компонентов, а также комплексного оценивания уровня компетентности выпускника. Не исследованы также связи между оценочными данными, характеризующими образовательный процесс, и объемом информации, получаемой студентом в процессе обучения с использованием современных научных результатов в области теории информации, в частности негэнтропийного подхода. Авторы не касаются проблемы измерения негэнтропии как количества полезной информации, получаемой студентами в процессе обучения и позволяющей им как будущим специалистам снижать энтропию производственных процессов.

Обобщая все вышесказанное, можно сделать вывод о том, что на сегодняшний день при управлении уровнем профессиональной подготовки студентов осталось еще много нерешенных проблем. На основании этого сформулированы цель и задачи управления уровнем профессиональной подготовки.

**Во второй главе** «Разработка концепции интеллектуальной поддержки принятия решений при управлении уровнем профессиональной подготовки студентов» разработаны и проанализированы концептуальные модели управления уровнем профессиональной подготовки студентов, сформулированы положения концепции интеллектуальной поддержки принятия решений.

На основе анализа концептуальных моделей поведения различных социальных групп общества на рынках труда и образовательных услуг сделан вывод о периодическом разнонаправленном характере требований к уровню профессиональной подготовки выпускников при смене экономических циклов, когда усилиями кафедры необходимо изменение структуры и педагогических условий формирования набора компетенций, либо при поддержании заданного внутри цикла уровня подготовки в рамках полномочий менеджера ООП.

Концептуальная модель управления, отражающая реальные процессы решения задачи управления уровнем профессиональной подготовки студентов, построена для общего случая (рис. 1), в том числе, когда вопросы его автоматизации еще не решены, и может служить отправной точкой для разработки необходимого алгоритмического комплекса.

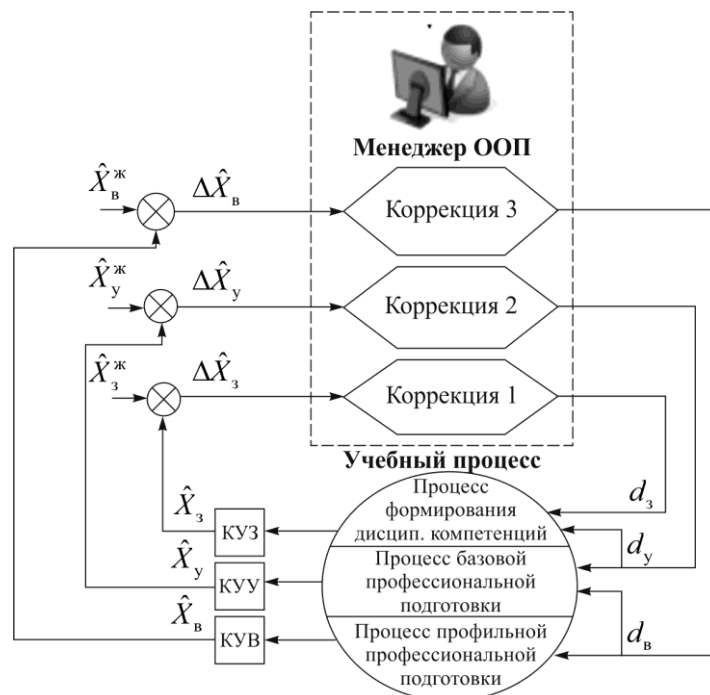


Рис. 1. Трехконтурная концептуальная модель управления уровнем профессиональной подготовки бакалавров на основе компетентного подхода и принципов общей теории управления



Каждый контур содержит блоки измерения уровня сформированности компонент  $\hat{X}_z, \hat{X}_y, \hat{X}_e$  компетенций и блоки локализации  $d \in D_z | D_y | D_e$  коррекций 1–3, поддерживающие процесс управления профессиональной подготовкой бакалавров. Совместная работа трех контуров управления уровнем профессиональной подготовки согласуется менеджером ООП на основе устанавливаемой иерархии задач оптимизации:

$$\begin{aligned} \hat{X}_e(\hat{X}_y^{\min}, \hat{X}_z^{\min}) &= \hat{X}_e^{\text{жс}}, \\ \hat{X}_y^{\min}(\hat{X}_z) &\geq \min_{\{d_y\}} \arg(\hat{X}(\hat{X}_y, X_z^{\min}) \geq X_e^{\text{жс}}), \quad (1). \\ \hat{X}_z^{\min} &\geq \min_{\{d_z\}} \arg(\hat{X}_y(\hat{X}_z) \geq \hat{X}_y^{\min}). \end{aligned}$$

Первая часть формулы (1) соответствует требованию обеспечения желаемого уровня владений  $\hat{X}_e^{\text{жс}}$  при минимальных уровнях умений  $\hat{X}_y^{\min}$  и знаний  $\hat{X}_z^{\min}$ . Вторая часть формулы (1) соответствует выбору минимального уровня умений  $\hat{X}_y^{\min}$ , требуемого для обеспечения желаемого уровня владений  $\hat{X}_e^{\text{жс}}$  при минимальном уровне знаний  $\hat{X}_z^{\min}$ . Третья часть формулы (1) соответствует выбору минимального уровня знаний  $\hat{X}_z^{\min}$ , обеспечивающего минимальный уровень умений  $\hat{X}_y^{\min}$ .

Для неавтоматизированного варианта управления основным инструментом менеджера ООП являются опыт, интуиция, эвристика, наитие как проявление человеческого фактора и связанная с ними субъективность.

Анализ проблем управления профессиональной подготовкой студентов и подходов к развитию управленческих технологий в области образования позволил сформулировать в виде ряда обоснованных положений концепцию поддержки принятия решений при управлении компетентностно-ориентированной подготовкой студентов. Данная концепция в качестве конструктивного базиса выдвигает негэнтропийный подход, соблюдение общих принципов управления, новые модели предпочтений заинтересованных лиц, агрегирующие оценочные данные студентов с внесением элементов семантики, и имитационные деловые игры как инструмент подтверждения достоверности научных результатов и эффективности инновационных механизмов измерения уровня профессиональной подготовки и локализации проблемных мест в образовательном процессе, что позволило сформулировать первое положение, выносимое на защиту «Концепция интеллектуальной поддержки принятия решений является методологической основой разнонаправленного управления уровнем профессиональной подготовки с обратной связью при участии заинтересованных лиц»

**В третьей главе** «Разработка комплексной модели управления уровнем профессиональной подготовки студентов и алгоритмов интеллектуальной поддержки принятия решений» разработана комплексная модель управления уровнем профессиональной подготовки, включающая описание совокупности процессов, формирующих контур управления с участием заинтересованных лиц:

- образовательный процесс – модель объекта управления;
- процессы приведение оценочных данных по дисциплинам к негэнтропийным оценкам на основе экспертной информации;
- процессы свертки оценочных данных в комплексную оценку;
- процессы обоснования коррекций образовательного процесса;
- процессы разработки и реализации коррекций профессиональной подготовки менеджером ООП в рамках достигнутого уровня локализации, сложившихся педагогических условий и накопленного опыта. В данной главе так же разработаны алгоритмы интеллектуальной поддержки комплексного оценивания уровня профессиональной подготовки студентов, отличающиеся введением композиции линейно-нелинейных сверток, выбираемых в соответствии со степенью близости предметных областей сворачиваемых частных критериев, и принципиальными возможностями обратного процесса (декомпозиции), а также алгоритмы интеллектуальной поддержки процесса локализации проблемных участков образовательного процесса.

Теоретико-множественная модель процесса профессиональной подготовки включает набор компетенций  $F$ , разбитых на группы по каждому контуру управления  $\gamma = 3|Y|B$ , с трудоемкостями  $T_{j,d}^\gamma$  и с оценочными данными  $x_{j,d}^\gamma$ ,  $x_{j,d} = x_{j,d}^{\text{инд}} | x_{j,d}^{\text{сп}}$  (выражения (2), (3), (4)), соответствующими индивидуальным или усредненным значениям:

$$T^\gamma = \sum_{j=1}^J T_j^\gamma = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^{I_j} \sum_{d=1}^{D_{jd}} T_{j,i,d}^\gamma \quad \left\{ \left\{ \left\{ x_{j,i,d}^\gamma; d \in D_{j,i} \right\} i = \overline{1, I_j} \right\} j = \overline{1, J} \right\}, \quad (2)$$

$$T_j^\gamma = \sum_{i=1}^{I_j} T_{j,i}^\alpha = \sum_{i=1}^{I_j} \sum_{d=1}^{D_{ji}} T_{j,i,d}^\gamma \quad \left\{ \left\{ x_{j,i}^\gamma; d \in D_{j,i} \right\} i = \overline{1, I_j} \right\}, \quad (3)$$

$$T_{j,i}^\gamma = \sum_{d=1}^{D_{ji}} T_{j,i,d}^\gamma \quad \left\{ \left\{ x_{j,i,d}^\gamma; d \in D_{j,i} \right\} \right\}, \quad (4)$$

где  $T_{j,d}^\gamma$  – эффективная трудоемкость педагогической технологии формирования компоненты компетенции или ее части;  $x_{j,d}^\gamma$  – оценочные данные, характеризующие эффективность формирования соответствующей компоненты компетенции.

Для оценки уровня сформированности компоненты компетенции и компетенции в целом использован негэнтропийный подход. Негэнтропийный подход рассматривает приращение полезной информации, получаемой студентом в ходе образовательного процесса и позволяющей ему успешно справляться с производственными задачами. При этом текущий уровень сформированности компетенции предполагается сопоставлять с количеством информации, накапливаемой у студента в ходе негэнтропийного процесса, измеряемой в условных единицах (у.е.). Под введенной условной единицей количества негэнтропии понимается количество информации, усваиваемое в сложившихся педагогических условиях за один час студентом, успешно справляющимся с усвоением информации, ровно за то

количество часов, которое закреплено за данной дисциплиной в рамках ее эффективной трудоемкости. Максимальное количество негэнтропии в условных единицах численно совпадает с максимальным количеством часов, закрепленных за компетенцией в данной дисциплине и названной эффективной трудоемкостью.

Зависимость количества информации, накапливаемой студентом в условных единицах, от эффективной трудоемкости дисциплины и оценочных данных поддерживается экспертными оценками (3, 4) и представлена на рис. 2.

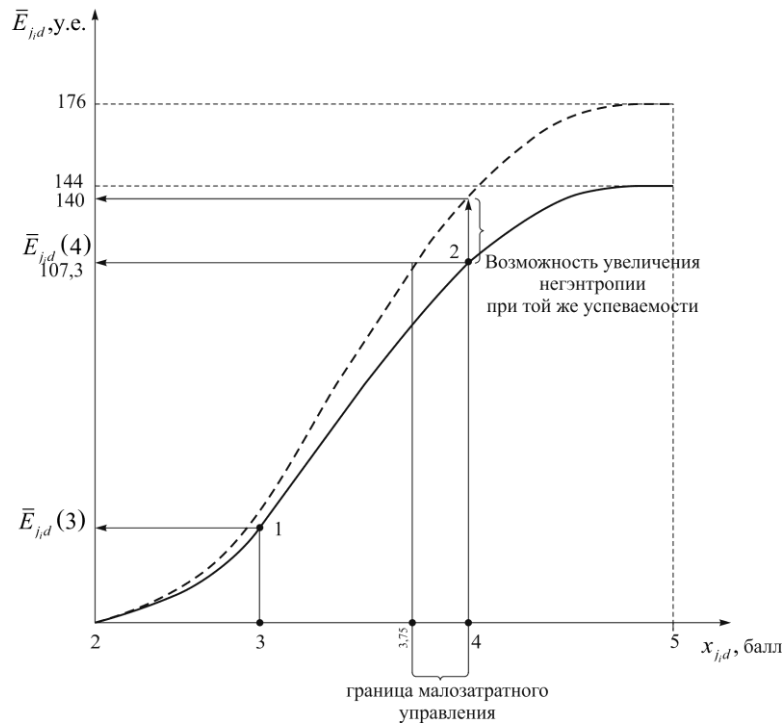


Рис. 2. Зависимость количества накапливаемой негэнтропии от оценочных данных

Процесс комплексного оценивания достигнутого уровня сформированности компетенций представляет собой последовательность алгоритмов.

На первых двух этапах алгоритма агрегирования для определения негэнтропийных оценок сформированности компетенции и их групп целесообразно использовать линейную свертку (5) и (6) соответственно, поскольку педагогические технологии формирования компетенций и их групп находятся в близких или единых предметных областях.

$$\bar{E}_{j_i} = \sum_d^D k_d \bar{E}_{j_i,d}(x_{i,d}), \forall k_d \in (0, 1], \quad (5)$$

где  $\bar{E}_{j_i}$  – комплексная негэнтропийная оценка сформированности компетенций;  $k_d$  – коэффициенты эффективной трудоемкости дисциплин, участвующих в формировании данной компетенции, характеризующие долю участия:  $d < 1$ , если дисциплина  $d$  обслуживает несколько компетенций,  $d = 1$ , если только одну.

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

где  $\bar{E}_j$  – комплексная негэнтропийная оценка сформированности групп компетенций;  $k_i^j$  – взвешенные коэффициенты, ранжированные по степени важности компетенций в группе, с использованием процедуры нормализации коэффициентов в промежутке (0, 1).

На последующем этапе алгоритма агрегирования оценочных данных в комплексную оценку в качестве итоговой свертки уровней сформированности групп компетенций, отличающихся существенным расхождением предметных областей, рекомендуется использовать разработанные при участии автора нелинейные (матричные) свертки, обладающие большей гибкостью, чем линейные.

Алгоритмы интеллектуальной поддержки агрегирования оценочных данных в комплексную оценку ориентированы на возможность осуществления обратной процедуры декомпозиции для локализации проблемных мест образовательного процесса, алгоритмы которой представлены на рис. 3.

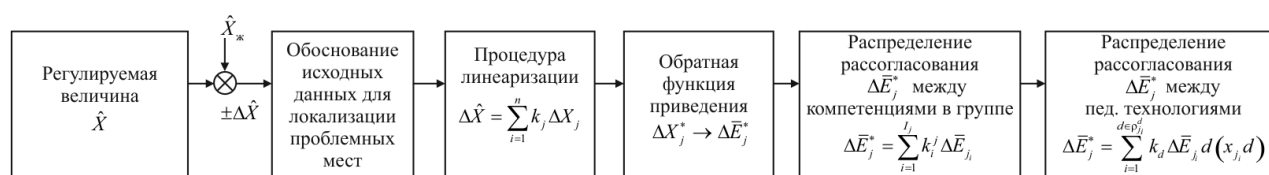


Рис. 3. Алгоритм интеллектуальной поддержки обоснования параметров коррекции образовательного процесса

Исходной позицией для решения задачи обоснования параметров коррекции являются комплексная оценка уровня профессиональной подготовки  $\hat{X}$  со всей совокупностью промежуточных результатов вычисления свертки и планируемое приращение комплексной оценки  $\Delta\hat{X}$ . Указанные цели управления могут быть достигнуты разнонаправленными действиями, касающимися варьирования педагогическими, дидактическими условиями, организационно-управленческими мероприятиями в рамках полномочий менеджера ООП.

Этапы декомпозиции соответствуют обратному порядку построения линейно-нелинейной свертки оценочных данных. На первом этапе задача решается на основе линейзации матричной свертки с использованием функции чувствительности матричной свертки, а на втором – промежуточных результатов линейных свертки с учетом исходных данных.

Таким образом, для менеджера ООП существенно снижается размерность управленческой задачи при максимальном использовании его опыта и знаний контекстных ситуаций, накапливаемых в ходе практической работы или обучения методом имитационных деловых игр.

По результатам исследований, изложенных в третьей главе работы, сформулированы положения, выносимые на защиту: «Комплексная модель управления уровнем профессиональной подготовки студентов представляет собой описание полной совокупности исходных данных, процессов выбора и принятия решений субъектами управления» и «Алгоритмы интеллектуальной поддержки принятия решений обеспечивают агрегирование оценочных данных и локализацию проблемных мест при управлении уровнем профессиональной подготовки».

**В четвертой главе** «Разработка имитационной деловой игры для исследования эффективности управления уровнем профессиональной подготовки студентов» ставится и решается задача экспериментального исследования эффективности инновационных механизмов управления уровнем профессиональной подготовки студентов.

Метод имитационных деловых игр в задачах подтверждения достоверности полученных научных результатов занимает промежуточное место между вычислительным и натурным экспериментами. Основная идея метода заключается в последовательном включении модератором в состав игры участников, не имеющих интеллектуальной поддержки, а затем ее получающих. В связи с этим необходимо обоснование и разработка эталонного стандартизированного механизма измерения уровня сформированности компетенций на основе аналогичного «рабочего» механизма, способного осуществлять интеллектуальную поддержку в вопросах локализации проблемных мест.

Алгоритмы агрегирования оценочных данных представлены традиционными методами определения уровня профессиональной подготовки студентов – арифметического усреднения всех оценочных данных и арифметического усреднения оценок  $j$ -х групп компетенций в виде линейных (7), (8) сверток. Разработанные инновационные методы основываются на линейно-нелинейных (см. рис. 2) отношениях, которые являются основой для построения рабочего и эталонного механизмов комплексного оценивания. Оба механизма отличаются объектами усреднения: оценочными данными по дисциплинам контингента обучаемых (9) и индивидуальными комплексными оценками уровней профессиональной подготовки студентов (10) соответственно, а также сферой использования.

Методы определения уровня профессиональной подготовки студентов:

– метод усреднения оценочных данных по дисциплинам всего контингента студентов

$$\bar{x}_1^*(t_0) = \frac{\left( \sum_d^{D(t_0)} \left( \frac{\sum_{U_d} x_d^*(t_0)}{U} \right) \right)}{|D(t_0)|}, \quad (7)$$

где  $x_d^*$  – оценка по дисциплине  $d$  всего контингента студентов  $U$ ;  $D(t_0)$  – множество дисциплин  $d$ , пройденных и оцененных на момент времени  $t_0$ ;

– метод арифметического усреднения оценок  $j$ -х групп компетенций с их линейной сверткой на заключительном этапе

$$\bar{x}_2^*(t_0) = \sum k_j^i x_j^*(t_0), \quad (8)$$

где  $k_j^i$  – взвешенные коэффициенты, ранжированные по степени важности компетенций в группе, с использованием процедуры нормализации коэффициентов в промежутке  $(0, 1)$ ;  $x_j^*(t_0)$  – средняя оценка  $j$ -й группы компетенций;

– рабочий механизм, основанный на негэнтропийном подходе и композиции линейно-нелинейных сверток с предварительным усреднением индивидуальных оценочных данных по дисциплине  $d$  всего контингента студентов

$$x_{\text{ннл}}(t_0) = x_{\text{ннл}}(\bar{x}_d(t_0)), \quad (9)$$

где  $x_{\text{ннл}}(\bar{x}_d(t_0))$  – комплексная оценка сформированности компетенций всего контингента группы обучаемых с предварительным усреднением индивидуальных оценочных данных по дисциплинам  $\bar{x}_d(t_0)$ ;

– эталонный стандартизированный механизм измерения уровня сформированности набора компетенций

$$\bar{x}_{\text{ннл}}(t_0) = \sum \frac{x_{\text{ннл}}(x_i)}{U}, \quad (10)$$

где  $\bar{x}_{\text{ннл}}(t_0)$  – средняя комплексная оценка уровня сформированности набора компетенций на основе негэнтропийного подхода и композиции линейно-нелинейных сверток;  $x_{\text{ннл}}(x_i)$  – индивидуальная комплексная оценка уровня сформированности набора компетенций конкретного студента.

Предшествующий началу проведения имитационной деловой игры (ИДИ) подготовительный этап заключается в разработке сертификатов на эталонный инструмент, в которой участвуют менеджер ООП, преподаватели, работодатели. Получение согласованных значений параметров эталонного инструмента: количество негэнтропии, значение взвешенных коэффициентов линейных сверток, четкие значения функций приведения к стандартной шкале – проводится методом деловой игры с использованием известных неманипулируемых методов усреднения экспертной информации. Согласование матричных моделей участников игры предложено осуществлять по известной методике моделирования коллективных предпочтений, адаптированной к данному приложению.

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

Шаг 1. Получение задания в виде среза учебного процесса на текущий момент 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 (7), (8) и предложенных инновационных методов (9), (10). Анализ полученных результатов (рис. 4) свидетельствует о повышении достоверности оценок использования линейно-нелинейных механизмов свертки в сравнении с линейными и тем более с методом простого усреднения оценочных данных за счет более полного учета реальных вкладов (элементов семантики) дисциплин ООП в формирование набора компетенций.

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

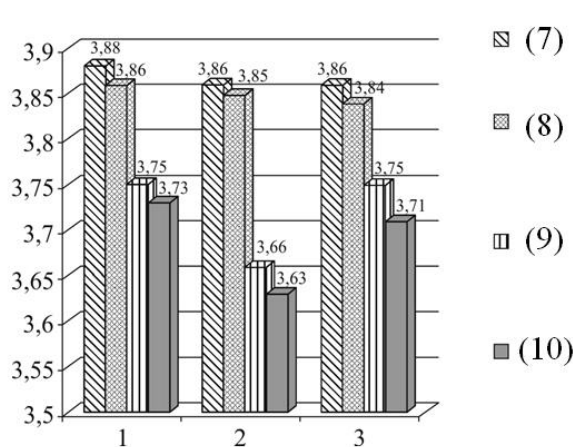


Рис.4. Результаты оценивания уровня сформированности набора компетенций методами (7), (8), (9), (10) для набора оценочных данных 1-3

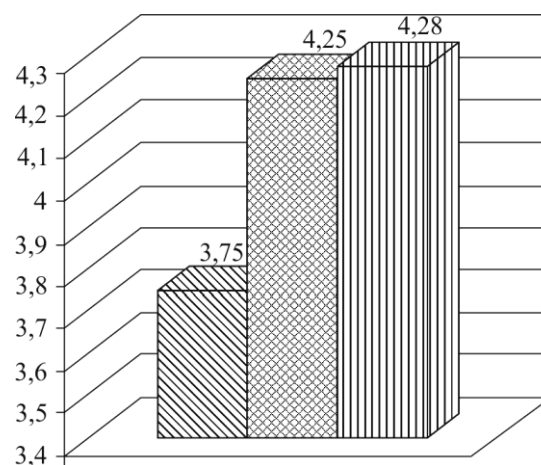


Рис.5. Этапы коррекции уровня профессиональной подготовки: исходный (3,75), требуемый (4,25), после коррекции (4,28)

Шаг 4. Обоснование корректирующего воздействия последовательно, с использованием полученных ранее результатов определения текущего уровня сформированности набора компетенций тремя методами, включая востребованные для управления ресурсы.

Шаг 5. Определение новых значений уровней сформированности набора компетенций с помощью эталонного метода. Результаты ИДИ (рис. 5) обнаруживают совпадение результатов коррекции с требуемыми значениями регулируемой величины с методической погрешностью, выявляемой только эталонным механизмом.

Шаг 6. Анализ эффективности управления по критериям соответствия желаемого результата предполагаемым затратам.

В ходе выполнения деловой игры подтверждена эффективность инновационных технологий в области как повышения достоверности результатов оценивания уровня профессиональной подготовки студентов, так и обоснования коррекции образовательного процесса, что позволило сформулировать третье положение, выносимое на защиту «Результаты экспериментального исследова-

ния различных способов управления уровнем профессиональной подготовки методом имитационной деловой игры подтверждают повышение достоверности результатов оценивания уровня профессиональной подготовки и степени обоснования коррекции образовательного процесса».

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Построены и исследованы концептуальные модели рынков труда и образовательных услуг, подтвердившие актуальность и разнонаправленный характер управления уровнем профессиональной подготовки студентов, и концептуальные трехконтурные модели управления этим уровнем, отличающиеся учетом фундаментальных принципов общей теории управления и трехкомпонентной структуры компетенций. Сформулированы положения концепции интеллектуальной поддержки принятия решений при управлении профессиональной подготовкой студентов, отличающиеся использованием компетентностного и негэнтропийного подходов, методов агрегирования оценочных данных и декомпозиции рассогласования величины текущего и желаемого уровней профессиональной подготовки студентов. Данная концепция служит методологическим базисом решения задач управления образовательным процессом.

2. Разработана комплексная модель управления уровнем профессиональной подготовки студентов, отличающаяся системным описанием оригинальных процессов организации и преобразования исходных данных, выбора и принятия решений субъектами управления, использованием новой теоретико-множественной модели объекта управления по параметрам трудоемкости, эффективной трудоемкости и оценочных данных с учетом элементов семантики технологий формирования компетенций на основе негэнтропийного подхода.

Данная модель служит необходимой основой выбора методов разработки алгоритмов интеллектуальной поддержки принятия решений.

3. Разработаны алгоритмы интеллектуальной поддержки процесса оценивания уровня профессиональной подготовки студентов, отличающиеся учетом различного информационного вклада (элементов семантики) технологий формирования компонентов компетенций, отдельных компетенций и их групп на основе негэнтропийного подхода и использованием композиции линейно-нелинейных моделей свертки, допускающих обратный процесс (декомпозицию). Разработаны алгоритмы интеллектуальной поддержки процесса локализации проблемных участков образовательного процесса, отличающиеся использованием декомпозиции величины рассогласования желаемого и текущего уровней с учетом всех контекстных обстоятельств профессиональной подготовки, а также линейных и линеаризованных матричных сверток с целью обоснования управляющих решений.



Разработанные алгоритмы обеспечивают простую реализацию интеллектуальной поддержки принятия решений на основе перераспределения эффективной трудоемкости педагогических технологий в установленных границах применения.

4. Проведено экспериментальное исследование инновационных механизмов управления уровнем профессиональной подготовки студентов методом разработанной имитационной деловой игры, отличающейся от известных сопоставлением результатов, полученных традиционными, инновационными методами и эталонным механизмом. В ходе выполнения деловой игры подтверждено преимущество инновационных технологий в области повышения достоверности результатов оценивания уровня профессиональной подготовки студентов и степени обоснования коррекции образовательного процесса. Эта деловая игра повышает эффективность инновационных решений полного комплекса экспериментальных задач: исследовательских, учебных и управленческих.

## **ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### ***Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК***

1. Интеллектуальные инструментальные средства поддержки принятия решений в задачах управления уровнем профессиональной подготовки студентов / А. Ю. Букалова, В. А. Харитонов // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 1. URL: <http://www.science-education.ru/107-8551>.

2. Алгоритмические основы автоматизированного управления уровнем профессиональной подготовки бакалавров / В. А. Харитонов, А. Н. Данилов, А. Ю. Букалова // Вестник ЮУрГУ. Сер.: Математическое моделирование и программирование. 2013. Т. 6, № 4. С. 108–115.

3. Исследование эффективности инновационных технологий управления уровнем профессиональной подготовки студентов методом имитационных деловых игр / В. А. Харитонов, А. Н. Данилов, А. Ю. Букалова // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 5. URL: <http://www.science-education.ru/111-10209>.

### ***В других изданиях:***

4. Процедуры исследования чувствительности результатов комплексного оценивания объектов недвижимости / К. В. Меновщиков, А. А. Белых, А. Ю. Букалова // Вестник УГТУ–УПИ. Строительство и образование. 2006. № 12 (83). С.26 – 29.

5. Современные проблемы принятия решений группами субъектов с пересекающимися интересами / А. Ю. Букалова, А. Н. Данилов, В. А. Харитонов, Д.

И. Иванов // Статистика. Моделирование. Оптимизация: сб. тр. всерос. конф. Челябинск, 28 нояб.-3 дек. 2011г. Челябинск: ЮУрГУ, 2011.С. 262 – 267.

6. Модель управления подготовкой бакалавров на основе компетентностного подхода / А. Ю. Букалова, А. Н. Данилов // Управление большими системами: сб. тр. IX Всерос. шк.-сем. молодых ученых. Липецк, 21-24 мая 2012г. Липецк: Липецк. гос. техн. ун-т, 2012. Т. 1. С. 145–149.

7. Концепция выбора в магистерских программах по направлению «Урбанистика» / А. Ю. Букалова, Н. С. Боброва, Д. И. Иванов, В. А. Харитонов // Вестник Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. Урбанистика. 2011. № 4. С. 152–164.

8. Модель управления профессиональной подготовкой на основе компетентностного и негэнтропийного подходов / А. Ю. Букалова, В. А. Харитонов // Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании 2012: матер. междунар. науч.-практ. конф.: сб. науч. тр. SWorld. Одесса: КУПРИЕНКО, 2012. Вып. 4, т. 24. С. 16–19.

9. Негэнтропийный подход к оценке уровня сформированности компетенций / А. Ю. Букалова // Инвестиции в недвижимость как материальный базис модернизации и инновационного развития экономики: матер. III Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Томск, 25-26 февраля 2013г. Томск: ТГАСУ, 2013. С. 270–274.

10. Инструментальные средства измерения уровня профессиональной подготовки студента и обоснование корректирующих образовательный процесс воздействий / В. А. Харитонов, А. Н. Данилов, А. Ю. Букалова, Е. Н. Кадочникова // Управление большими системами: сб. тр. X Всерос. шк.-сем. молодых ученых. Уфа, 5-7 июня 2013г. Уфа: УГАТУ, 2013. Т. 2. – С. 47–51.

11. Имитационная деловая игра «Управление уровнем профессиональной подготовки студентов» / В. А. Харитонов, А. Ю. Букалова // Актуальные проблемы автоматизации и управления: сб. тр. науч.-практ. конф, Челябинск, 5-7 июня 2013г. Челябинск: ЮУрГУ, 2013.С. 370–374.

12. Свид. о гос. рег. программы для ЭВМ № 2013660527 Программный комплекс организации и проведения имитационных деловых игр в задачах субъектно-ориентированного управления социально-экономическими системами (Декон-Платформа): / А. О. Алексеев, А. Ю. Букалова, А. В. Вычегжанин, К. А. Гуреев, А. Н. Данилов, В. А. Харитнов, Р. Ф. Шайдулин. М: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2013.

Диссертант



Букалова А.Ю.

БУКАЛОВА Алина Юрьевна

УПРАВЛЕНИЕ УРОВНЕМ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ  
НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ  
ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Специальность

05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Подписано в печать Формат 60×90/16.

Бумага офсетная. Печать плоская. Гарнитура Times New Roman/

Усл. печ. л. 1,0. Уч.-изд. л. 0,9

Тираж 100 экз. Заказ.

Издательство

ФГБОУ ВПО Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет.

614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, к. 113.

Тел. (342) 219-80-33.