

*Проведено аналіз сучасного стану організації безперервної освіти. Показані методи, моделі та алгоритми оптимального управління системою підвищення кваліфікації фахівців*

*Ключові слова: дистанційна освіта, підвищення кваліфікації, алгоритми оптимального управління*

*Проведен анализ современного состояния организации непрерывного образования. Показаны методы, модели и алгоритмы оптимального управления системой повышения квалификации специалистов*

*Ключевые слова: дистанционное образование, повышение квалификации, алгоритмы оптимального управления*

*The analysis of the current state of the lifelong learning organization has been carried out. The methods, models and algorithms of the optimal control system of the professional development have been shown*

*Keywords: distance education, training, optimal control algorithms*

# ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ ПО СОЗДАНИЮ ДИСТАНЦИОННОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ

**Д. Ю. Зубенко**

Кандидат технических наук, доцент  
Кафедра "Электротранспорт"

Харьковская национальная академия городского  
хозяйства

ул. Революции, 12, г. Харьков, 61002

Контактный тел.: (057) 735-23-85, 050-520-21-01

E-mail: Denis04@ukr.net

## Введение

Преобразование постиндустриального общества в глобальное информационное общество, основанное не только на знаниях, но и компетентности специалистов, значительно актуализировало проблему инновационных подходов к организации образовательных процессов во всех видах непрерывного образования.

Главным фактором конкурентоспособности и эффективности экономических систем в рыночных условиях является наличие трудовых ресурсов, способных решать весь комплекс внутрифирменных задач. В решении этой проблемы существенную роль играют системы повышения квалификации персонала. Эти системы являются частью больших социальных систем непрерывного образования. Поэтому к ним предъявляются, с одной стороны, внутренние требования конкретной экономической системы, в рамках которой задействован персонал, с другой – внешние, связанные с государственными целями организации непрерывного образования [1].

Для решения этих проблем требуются новые гибкие образовательные структуры, ориентированные на максимальный учет уникальных корпоративных условий каждого учреждения (фирмы) и индивидуальных особенностей, профессиональных затруднений и образовательных потребностей каждого специалиста, а также инновационный подход к организации повышения квалификации как системе дополнительного профессионального образования и профессиональной переподготовки специалистов, обеспечивающие формирование их способности и готовности решать

весь комплекс внутрифирменных задач. В связи с этим в современных условиях особую актуальность приобретает проблема организации повышения квалификации специалистов непосредственно на производстве, т.е. на внутрифирменном уровне. Но новые социально-экономические условия определяют и новые требования к структуре, формам, содержанию, психолого-педагогическому и научно-методическому обеспечению повышения квалификации и сформированности необходимых профессиональных компетенций специалистов, функционально обоснованному использованию в системе повышения квалификации и профессиональной деятельности новых информационных технологий. При этом следует заметить, что организация повышения квалификации персонала на внутрифирменном уровне осложняется практически полным отсутствием (за очень редким исключением) теоретических разработок, научно-исследовательских работ и диссертационных исследований, т.е. наличие противоречие между необходимостью развития профессиональной компетентности специалистов в процессе повышения их квалификации на внутрифирменном уровне и отсутствием необходимого теоретико-методологического и научно-методического обеспечения этого процесса [2, 3].

## Последние достижения

Проведенный анализ современного состояния организации непрерывного образования в форме повышения квалификации специалистов показал ак-

туальность и насущную потребность создания внутрифирменных систем повышения квалификации персонала на основе организационно-дидактического моделирования и проектирования этих систем.

В управленческом плане – это ориентация на методы моделирования и оптимизации, а в образовательном – на новые педагогические и информационные технологии. Указанные методы, имея инвариантную основу для всех структур непрерывного образования, должны быть адаптированы к особенностям повышения квалификации специалистов конкретного учреждения: фирмы, акционерного общества и т.д.

Таким образом, актуальность проблемы определяется необходимостью реформирования внутрифирменных систем повышения квалификации в структуре непрерывного образования с учетом новых социально-экономических условий на основе эффективных управленческих решений в организационном и содержательном планах, базирующихся на современных методах принятия решений, информационных и компьютерных технологиях обучения [3,5].

Целью статьи является исследование методов, моделей и алгоритмов оптимального управления системой повышения квалификации специалистов на внутрифирменном уровне.

---

#### Материал исследования

---

Для достижения поставленной цели необходимо исследовать и решить следующие задачи:

- определить принципы проектирования и методы организации функционально-ориентированной внутрифирменной системы повышения квалификации, дополнительного образования и переподготовки специалистов;
- сформировать систему диагностики, контроля, мониторинга и критерии оценки качества обученности во внутрифирменной системе повышения квалификации;
- построить оптимизационные модели и алгоритмы рационального выбора для тестовой профессиональной аттестации персонала и формирования структуры системы повышения квалификации;
- разработать процедуры структурной оптимизации содержания обучения в условиях активизации использования в системе повышения квалификации новых информационных технологий;
- разработать комплекс процедур рационального управления в системе повышения квалификации персонала на внутрифирменном уровне в ряде учреждений и фирм;
- провести экспериментальное исследование и оценку эффективности системы управления внутрифирменного повышения квалификации и дополнительного профессионального образования специалистов на базе новых информационных технологий.

Основой выбора структурных компонентов является определение потребности фирмы в переподготовке кадров по всем необходимым направлениям. Для этих целей используется профессиональное тестирование, позволяющее выявить соответствие знаний, умений и навыков персонала аттестационным требованиям по каждой профессиональной группе.

Научно обоснованная система тестирования опирается на автоматизацию и оптимизацию процесса формирования тестовых аттестационных заданий. Показано, что исходной информацией для их реализации являются: инвариантные задачи деятельности персонала фирмы; задачи деятельности, связанные с профессиональной специализацией и базовые элементы знаний, ориентированные на динамику инновационных технологий [4, 6].

Система автоматизированного формирования построена путем интеграции информационного обеспечения и управляющей программы. Информационное обеспечение структурировано в виде следующей совокупности файлов: инвариантная часть формулировок профессиональных заданий (ИФЗ); объекты деятельности (ОД); ситуации (С); условия (У); элементы укрупненного алгоритма деятельности специалиста в форме заданий (ЭДЗ); элементы укрупненного алгоритма деятельности персонала в форме ответов (ЭДО); элементы фундаментальной подготовки персонала (ЭФП) в форме заданий и ответов; элементы подготовки персонала по инновационным технологиям (ЭИП) в форме заданий и ответов.

*Управляющая программа поддерживает сценарии диалога с разработчиком профессиональных тестов и обеспечивает автоматическую сборку по определенным схемам элементов информационного обеспечения, расчеты, оценки, оптимизацию, документирование. Сценарии диалога и соответствующие им алгоритмические схемы ориентированы на две формы профессионального тестирования: систему квалификационных заданий (КЗ); систему профессиональных тестов (ПТ). Отличие между этими формами определяется рядом характеристик.*

Для квалификационных заданий характерны: единая цель инвариантной формулировки задания и локальных вопросов; режим разделения времени между выдачей задания, его выполнением и оценкой; коллективное принятие решения экспертами по оценке выполненного КЗ, а для профессиональных тестов – разнородность элементов, составляющих профессиональный тест; режим реального времени выдачи задания, его выполнения и оценки; автоматическое принятие решения [7].

В соответствии с приведенными характеристиками реализованы алгоритмические схемы сборки элементов информационного обеспечения при автоматизированном формировании КЗ и ПТ.

При формировании КЗ исходя из инвариантной формулировки задания разработчик применительно к определенному им ОД и ситуации (условию) подбирает локальные вопросы из блока ЭДЗ, учитывая некоторое соотношение вопросов КЗ по уровням сформированности: репродуктивный – 50%, эвристический – 25%, творческий – 25%. Эта часть КЗ выдается тестируемому (документ тестируемого ДТ). Автоматически формируется из блока ЭДО эталонный ответ, который предъявляется разработчику для оценки информационного объема (ОИО) каждого элемента в зависимости от его структуры и ориентации на определенный уровень сформированности по специальному сценарию. В результате составляется документ для последующей балльной оценки (до 100 баллов) ответа выпускника (документ комиссии - ДК) [8, 9, 10].

Профессиональный тест представляет собой набор некоторого числа элементарных тестов (ЭТ) в безальтернативной или альтернативной форме:

$$ПТ = (ЭТ_1, ЭТ_2, \dots, ЭТ_N). \tag{1}$$

Элементарный тест в безальтернативной форме – это конкретный вопрос, сформированный либо из элементов укрупненного алгоритма деятельности, либо из элементов фундаментальной (инновационной) подготовки и имеющий однозначный ответ, правильность которого проверяется в автоматическом режиме (АРП) по соответствующему ответу в информационном обеспечении. Алгоритмическая схема сборки и проверки имеет следующий вид:

$$ЭТ = ИФЗ \rightarrow ОД (С, У) \rightarrow \rightarrow ЭДЗ (ЭФЗП, ЭИПЗ) \rightarrow АРП. \tag{2}$$

Элементарные тесты в альтернативной форме имеют несколько разновидностей, связанных с возможностью выявления эффективных связей между объектом деятельности, ситуациями, условиями и элементами укрупненного алгоритма деятельности. Представим соответствующие схемы для управляющих программ:

$$ЭТ = ИФЗ \rightarrow ОД \rightarrow \begin{cases} ЭДО_1 \\ \vdots \\ ЭДО_k \end{cases} \rightarrow АРП; \quad ЭТ = ИФЗ \rightarrow ЭДЗ \rightarrow \begin{cases} ОД_1 \\ \vdots \\ ОД_k \end{cases} \rightarrow АРП;$$

$$ЭТ = ИФЗ \rightarrow С(У) \rightarrow \begin{cases} ЭДО_1 \\ \vdots \\ ЭДО_k \end{cases} \rightarrow АРП; \quad ЭТ = ИФЗ \rightarrow ЭДЗ \rightarrow \begin{cases} C_1(Y_1) \\ \vdots \\ C_k(Y_k) \end{cases} \rightarrow АРП. \tag{3}$$

Автоматизированное формирование профессионального теста из элементарных тестов требует решения следующих задач: оценка среднего времени выполнения ЭТ –  $T_h$  ( $h = \overline{1, N}$ ) по значению информационного объекта; оценка значимости теста по комплексу показателей; оптимальный набор ЭТ по заданным условиям и полученным оценкам.

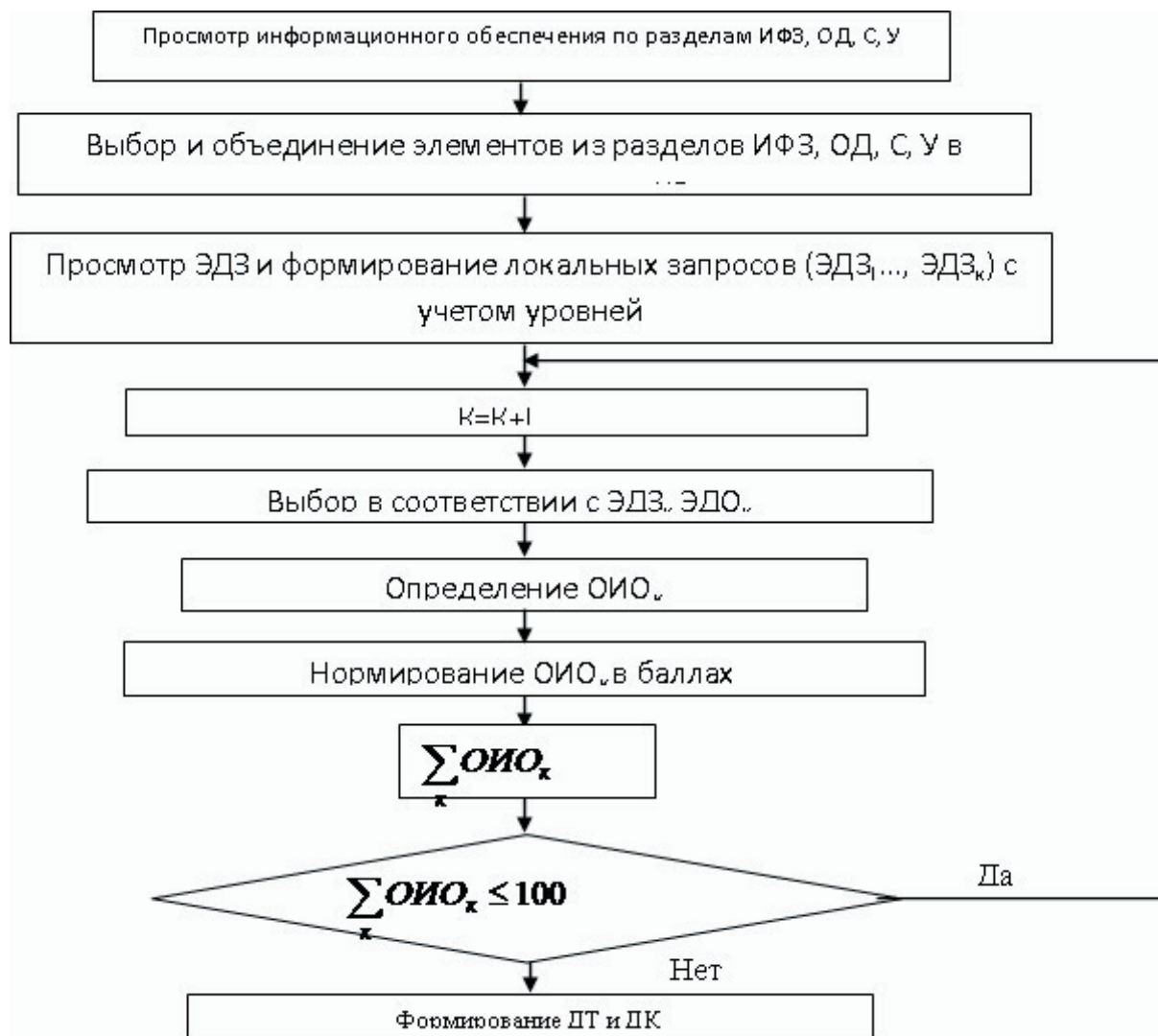


Рис. 1. Структурная схема алгоритма формирования квалификационного задания

Для оценки значимости предлагаются следующие составляющие: значимость для базисной составляющей (ЗБС); значимость для инновационных технологий (ЗИТ); значимость для организационно-управленческой деятельности (ЗОУ); значимость для выявления творческого компонента деятельности (ЗТ); значимость фундаментальной подготовки для адаптации специалиста в рыночных условиях (ЗФП).

Оценки значимости формируются на основе экспертного метода, использованного при определении значимости элементов содержания обучения.

Для окончательного выбора элементов профессионального теста проводится имитационный эксперимент в соответствии с оптимизационной моделью. В качестве основного выбран показатель значимости для новых курсов и разделов инновационных технологий. По остальным задаются граничные уровни. Учитывается ограничение по допустимому времени тестирования ( $T_d$ ). В результате получаем следующую оптимизационную модель для организации имитационного эксперимента по построению профессионального теста

$$\text{ЗИТ} \rightarrow \max$$

$$\text{ЗБС} \leq \text{ЗБС}_d, \text{ЗОУ} \leq \text{ЗОУ}_d, \text{ЗТ} \leq \text{ЗТ}_d, \text{ЗФП} \leq \text{ЗФП}_d, \quad (4)$$

$$\sum_{n=1}^N T_n \leq T_d.$$

На основании тестовой аттестации персонала фирмы определяется контингент обучаемых  $x_j$ , для которых требуется повышение квалификации по  $j=1, n$  направлениям, включенным в организационную структуру внутрифирменной системы. Значимость  $j$ -го направления подготовки в этом случае оценивается следующим образом:

$$C_j = \frac{x_j^0}{\sum_{j=1}^n x_j^0}, j = \overline{1, n}.$$

Тогда в качестве целевой функции оптимального распределения контингента обучаемых по направлениям подготовки выбирается приведенный суммарный объем обучаемых с учетом значимости отдельных направлений:

$$C = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max. \quad (5)$$

Определены ограничения оптимального распределения.

1. Ограничения по пропускной способности внутрифирменной системы повышения квалификации

$$\sum_{j=1}^n x_j \leq x, \quad (6)$$

где  $x$  – гарантированное количество обучаемых в течение учебного года.

2. Ограничения по вычислительным ресурсам с учетом ориентации на НИТ в обучении

$$\sum_{j=1}^n q_j x_j \leq Q, \quad (7)$$

где  $q_j$  – время использования вычислительного ресурса для одного обучаемого по  $j$ -му направлению;

$Q$  – гарантированное время использования вычислительных ресурсов.

3. Ограничения по финансированию внутрифирменной системы повышения квалификации

$$\sum_{j=1}^n b_j x_j \leq B, \quad (8)$$

где  $b_j$  – удельные затраты на повышение квалификации одного обучаемого по  $j$ -му направлению;

$B$  – гарантированное финансирование внутрифирменной системы повышения квалификации.

4. Ограничения по времени работы преподавательского состава

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^K \tau_{jk} x_j \leq \Phi, \quad (9)$$

где  $\Phi$  – гарантированный фонд времени работы преподавателей;

$\tau_{jk}$  – норма времени на выполнение  $k$ -го вида учебной деятельности по  $j$ -му направлению;

$K$  – количество видов учебной деятельности.

5. Ограничения по выполнению плана повышения квалификации персонала на учебный год

$$x_j \geq x_j^{ni}, j = \overline{1, n}, \quad (10)$$

где  $x_j^{ni} \leq x_j^0$  – плановое количество обучаемых по  $j$ -му направлению.

6. Ограничения по потребности повышения квалификации по результатам тестовой аттестации персонала

$$x_j \leq x_j^0, j = \overline{1, n}. \quad (11)$$

Объединяя целевую функцию (5) и ограничения (6)-(7), имеем следующую оптимизационную модель:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n c_j x_j &\rightarrow \max, \\ \sum_{j=1}^n x_j &\leq x, \quad \sum_{j=1}^n q_j x_j \leq Q, \\ \sum_{j=1}^n b_j x_j &\leq B, \quad \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^K \tau_{jk} x_j \leq \Phi, \\ x_j &\leq x_j^0, \quad x_j \geq x_j^{ni}, \quad j = \overline{1, n}. \end{aligned} \quad (12)$$

При планировании деятельности системы повышения квалификации предлагается в большинстве случаев  $m=1, M$  вариантов плановых заданий на обучение. Каждый вариант учитывает разное сочетание целей фирмы по совершенствованию кадрового обеспечения. Для того чтобы выбрать вариант, в наибольшей степени отвечающий полученной целевой функции и ограничениям, используем алгоритм вариационного моделирования на основе ЗЛП. В результате выбирается рациональный вариант распределения обучаемости  $x_j^*$ ,  $j = \overline{1, n}$ .

Особенностью внутрифирменной системы повышения квалификации является организация обучения

по циклам, что приводит к неравномерному проведению занятий на каждом  $N$ -м временном интервале по  $j$ -му направлению и соответственно неравномерному распределению контингента между временными интервалами. В этом случае проводится детализация оптимального решения  $x_j^*$ ,  $j=1, n$  по времени.

Таким образом, предложено осуществлять распределение контингента внутри структуры на базе оптимизационной модели, целевой функцией которой является приведенный с учетом значимости отдельных направлений суммарный объем обучаемых на учебный год, а ограничениями – возможности ресурсного обеспечения. Рациональный выбор проводится на множестве вариантов плановых заданий. Наилучший вариант распределяется по временным интервалам, соответствующим цикловой организации повышения квалификации [9].

Для обеспечения системы дистанционного обучения рассмотрены организация и разработка её электронных учебных ресурсов, позволяющих реализовать процесс обучения по содержанию и по организационной структуре внутрифирменной системы повышения квалификации на базе учебно-методических комплексов.

Для оптимизации учебного плана проводится имитационный эксперимент с использованием оптимизационных моделей. Исходной информацией для их построения принят перечень основных компонентов деятельности персонала, учебных дисциплин и их разделов. Указанная информация формализована в виде множества дискретных величин. В качестве критерия оптимизации предложена оценка степени удовлетворения потребностей фирмы в повышении квалификации. Заданы ограничения на общий объем учебной информации и трудоемкость изучения отдельных дисциплин.

Поскольку временной уровень организационной структуры системы повышения квалификации персонала связан со структурой содержания, построена оптимизационная модель рациональной последовательности и группирования дисциплин по циклам.

Для сравнения вариантов по разработанным моделям необходимо иметь количественные характеристики объема учебного материала. В этом случае предложено использовать оценку информационного объема заданий на основе информационно-графовой модели, которая позволяет на основе последовательного применения рекуррентного соотношения через объемы информации конечных элементов графа вычислять объемы элементов и в конечном счете всего раздела дисциплины [11].

Учитывая, что инновационные методы обучения, основанные на компьютерных технологиях, базируются на дискретизации учебного материала, важным в структурной оптимизации содержания обучения представляется рациональный выбор фаз учебной информации. При этом в качестве количественных оценок использованы степень обученности и количество информации, получаемое обучаемым при переходе от одной дозы к другой. Связь последних с затратами на компьютеризацию обучения дает возможность построить оптимизационную модель, на основании которой подбираются порции обучающего материала и тестовые задания.

Для сравнения вариантов повышения квалификации по имитационным моделям необходимо иметь количественные характеристики объема учебного материала и трудоемкости. В качестве такой количественной характеристики целесообразно и эффективно использовать информационный объем заданий, выполняемых в рамках повышения квалификации.

При этом задания рассматриваются как совокупность определенным образом связанных между собой элементов или этапов решения, выполнение которых обеспечивает выполнение задания в целом. Геометрическая интерпретация процесса решения представляет собой семантический граф или, иначе, дерево решения, отражающее этапы выполнения задания и их соподчиненность. Информационно-графовая модель задания является основой для определения его информационного объема. Объем информации представляется в виде дерева и рассчитывается в элементарных семантических единицах по модели.

Высокая степень автоматизации и информатизации современных фирм дает возможность использования новых информационных технологий при организации учебного процесса в системе повышения квалификации. Инновационные методы обучения базируются на дискретизации учебной информации при ее предоставлении пользователю.

Для того, чтобы оптимизировать обучающую информацию для компьютерных средств обучения необходимо, прежде всего, определить количественные показатели степени обученности пользователей, а затем, в зависимости от требований к этим показателям, сформировать систему обучающих элементов.

Основной целью компьютерных средств обучения является достижение пользователем уровня знаний  $\pi$  или степени обученности. Уровень знаний предлагается использовать в качестве показателя, характеризующего требования к структуре системы повышения квалификации персонала.

Эта система в процессе обучения проходит ряд промежуточных состояний  $\alpha_i, i=1, n$ , каждое из которых характеризуется определенным уровнем знаний  $\pi_i, i=1, n$ , ( $0 \leq \pi_i \leq 1$ ). Переход системы из состояния  $\alpha_i$  в состояние  $\alpha_{i+1}$  совершается в результате ввода в нее определенного количества информации  $I_i$ . Уровень знаний определяется не только количеством информации  $I_i$ , но и предыдущим состоянием  $\alpha_i$

$$\pi_{i+1} = F(\pi_i, I_i). \quad (13)$$

Степень обученности в каждом из состояний определяется на основании предъявления тестов и анализа реакции на каждый тест. Критерием степени обученности является степень соответствия аттестационным требованиям:

$$\pi_i = F(x_i, x_i^M),$$

где  $x_i$  - информация, усвоенная пользователем;  
 $x_i^M$  - эталонная информация.

В обучающей подсистеме материал представлен в виде дискретных, приблизительно равных порций. Тогда степень обученности характеризуется статистической вероятностью:



$$\pi_i = \frac{M_i}{N_i}, \quad (14)$$

где  $M_i$  - число усвоенных позиций;

$N_i$  - общее число предлагаемых порций для оценки состояния  $\alpha_i$ .

При формировании тестов ориентируются на средний уровень подготовки персонала, что соответствует некоторой начальной степени обученности в каждом состоянии  $\pi_i^0$  или величиной энтропии

$$H_i^0 = -\pi_i^0 \lg \pi_i^0 - (1 - \pi_i^0) \lg (1 - \pi_i^0).$$

Статистическая величина  $\pi_i^0 = M_i / N_i$  характеризует уровень, на который перешел пользователь. Тогда количество информации, полученное при переходе из состояния  $\alpha_i$  в  $\alpha_{i+1}$ , составит

$$I_i = H_i^0 + \pi_i \log \pi_i + (1 - \pi_i) \lg (1 - \pi_i).$$

Количество информации  $I_i$  и степень обученности  $\pi_i$  зависят от затрат на создание обучающих средств, ориентации на определенные технические средства затрат, связанных с продолжительностью  $i$ -го цикла обучения на ЭВМ. Установлена зависимость между вероятностной оценкой степени обученности  $\pi_i$  и стоимостью обучения -  $W$ , которые являются случайными величинами

$$\pi_i = 1 - q(0, W_i) = 1 - \exp(-W_i / \omega_i), \quad (15)$$

При заданных ограничениях на затраты  $\sum_{i=1}^n W_i \leq W$  и желаемых значениях степени обученности  $\pi_i^*$  по каждому  $i$ -му циклу имеется возможность оценить сбалансированность затрат и качества обученности с использованием оптимизационной модели.

В качестве целевой функции будем использовать суммарное количество информации, получаемое обучающимися при последовательном переходе из состояний  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ :

$$I = \sum_{i=1}^n I_i = \sum_{i=1}^n H_i^0 + \sum_{i=1}^n \pi_i \log \pi_i + \sum_{i=1}^n (1 - \pi_i) \lg (1 - \pi_i).$$

Поскольку первое слагаемое определяется априорными вероятностями подготовленности пользователей, максимизация этой целевой функции достигается за счет второго и третьего слагаемых.

Для записи ограничений на затраты через переменные  $\pi_i$  использовано выражение (15)

$$\sum_{i=1}^n \frac{1}{\omega_i} \ln \left( \frac{1}{1 - \pi_i} \right) \leq W.$$

Оптимизационная модель имеет вид

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^n \pi_i \log \pi_i + \sum_{i=1}^n (1 - \pi_i) \lg (1 - \pi_i) \rightarrow \max, \\ & \sum_{i=1}^n \frac{1}{\omega_i} \ln \left( \frac{1}{1 - \pi_i} \right) \leq W, \\ & \pi_i^* \leq \pi_i \leq 1, \quad i = 1, n. \end{aligned} \quad (16)$$

Применяя методы нелинейного программирования, получены решения  $\pi_i^*, i = 1, n$ , на основании которых с использованием (14) подбираются порции обучающего материала и тестовые задания для компьютерных средств обучения.

Основные задачи управления внутрифирменной системой повышения квалификации состоят в оптимальном структурном синтезе при разработке содержания дифференцированного обучения. Эффективность использования выбранных структурных компонентов обучения целесообразно оценивать в ходе имитационного моделирования на основе многоальтернативных оптимизационных моделей.

В результате имитационного эксперимента удается оценить выбранный вариант проектирования управления обучением на множестве альтернатив по предпочтениям эксперта. Оценка варианта осуществляется по величине значений критериев, их близости к желаемым значениям, установленным экспертом. Если по окончании имитационного эксперимента полученные результаты не удовлетворяют эксперта, то выдвигается следующий вариант. Процедура выбора продолжается до тех пор, пока не будет получен квазиоптимальный вариант, который после оценки на имитационной модели принимается к реализации [8].

Для повышения эффективности выбора используется диалоговый режим, позволяющий оценивать промежуточные результаты имитационного эксперимента и проводить их корректировку по информации от эксперта. Диалоговый режим дает возможность сочетания быстрой вычислительных и логических операций с априорной информацией от эксперта. Причем диалог протекает в ускоренном масштабе времени по сравнению с реальным процессом, за счет чего сокращается время обращения к вычислительной технике по сравнению с автоматическим поиском на основе алгоритмов управления, спроектированных также с участием эксперта, без введения промежуточных мнений эксперта. Диалоговый режим позволяет эксперту быстро проверить гипотезу, оценить ее для следующего имитационного эксперимента в многошаговом процессе оптимизации. Выбор квазиоптимального варианта имитационными методами представляет собой итеративный многоуровневый процесс.

Для интегрального оценивания эффективности учебно-исследовательской системы предлагается использовать подход к измерению степени соответствия эффективности учебно-исследовательской системы целевого назначения с применением компьютерного соещения.

Будем говорить, что цель достигнута, если полученный результат удовлетворяет определенным требованиям. Требования, предъявляемые к результату, могут иметь различную природу и делятся на две группы: количественные требования к результату и требования к качеству результата.

Чтобы достичь цель (получить результат), необходимо выполнить некоторое действие, направленное на преобразование ресурса определенного качества (качество в широком смысле) или совокупности ресурсов, которую будем называть комплексным ресурсом [5, 6].

Предлагаемый подход основан на структурном представлении системы, которое можно получить на

основе целевой (построение дерева целей) и организационно-структурной декомпозиции (система рассматривается в виде составляющих подсистем, обеспечивающих выполнение отдельных целей (функций) системы). Такие структуры могут быть представлены в виде графа цели - задачи-ресурсы (ЦЗП), основным элементом которого является подсистема, преобразующая набор ресурсов в результат, характеризующий степень достижения частной цели. Очевидно, что чем выше достижение частных целей, тем больше вероятность того, что будут выполнены требования к результату и тем самым обобщенная цель будет достигнута.

Пусть система использует только такой  $j$ -й ресурс, качество которого не меньше, чем определяемое результатом пороговое значение  $\epsilon_j$ , т.е.  $\mu_j \geq \epsilon_j$ .  $\epsilon_j$  будем называть требованием к  $j$ -му ресурсу,  $0 \leq \epsilon_j \leq 1$ . В качестве меры несоответствия между качеством  $j$ -го ресурса и требованием, которое предъявляется к нему система, вводится  $d_j$  - трудность получения результата при условии, что качество  $j$ -го ресурса равно  $\mu_j$ , а требование к нему -  $\epsilon_j$  и  $\mu_j \geq \epsilon_j$  (в дальнейшем эту величину будем называть частной трудностью):

$$d_j = \frac{\epsilon_j * (1 - \mu_j)}{\mu_j * (1 - \epsilon_j)}. \quad (17)$$

Если получены оценки  $d_j$  для всех ресурсов, используемых системой для достижения определенного результата, то возникает задача определения интегральной оценки всего набора ресурсов или, что то же самое, оценки комплексного ресурса. Эту оценку можно трактовать как оценку совместного действия нескольких ресурсов, объединенных в один комплексный ресурс, но это не есть оценка результата, получаемая путем переработки этих ресурсов. Качество

компонент комплексного ресурса характеризуется частными трудностями  $d_j$  и определяется по формуле:

$$D = 1 - \prod_j (1 - d_j). \quad (18)$$

Для принятия согласованного решения группой экспертов предлагается алгоритм компьютерного совещания. Основой этого алгоритма является возможность оценки каждого варианта учебно-исследовательской системы по комплексу показателей. Выбор лучшего варианта по комплексу показателей неоднозначен, каждый вариант имеет некоторые преимущества и недостатки. Многоэтапная процедура компьютерного совещания позволяет на основе экспертной информации выбрать рациональный вариант.

---

### Выводы

---

1. Теоретически обоснована и предложена инвариантная внутрифирменная система повышения квалификации и дополнительного профессионального образования специалистов на базе разработанной инновационной организационно-дидактической модели с использованием новых информационных технологий, моделей и алгоритмов принятия рациональных управленческих решений, обеспечивающая повышение эффективности этих образовательных процессов в контексте непрерывного образования на внутрифирменном уровне.

2. Предложена система автоматизации и оптимизации формирования тестовых заданий дистанционного обучения с учетом деятельностного подхода, ориентации на прогрессивные дидактические технологии и адаптации к новым экономическим условиям.

---

### Литература

1. Квасова Л.В. Методика оптимизации структуры и содержания дополнительного профессионального образования на внутрифирменном уровне: монография. - Воронеж: ВГТУ, 2005. - 103 с.
2. Квасова Л.В. Английский язык для специалистов в области компьютерной техники и технологий: учеб. пособие. - Воронеж: ВГТУ, 2005. - 81 с.
3. Квасова Л.В. Организация внутрифирменной системы повышения квалификации специалистов: монография - Воронеж: ВГТУ, 2007. - 109 с.
4. Квасова Л.В. Рациональный выбор программы подготовки по направлениям системы повышения квалификации персонала фирмы // Системы управления и информационные технологии: научно-технический журнал. - М., 2006. - № 4 (26). - С. 59-61.
5. Жуковская Э.Д. О концепции непрерывного образования. - М.: Высшее образование сегодня, 2007.- № 8. - С. 12-17.
6. Вержбицкий В. В. Дистанционное обучение в странах СНГ и Балтии: мониторинг образовательных потребностей и возможностей : аналитический обзор // Орг. объедин. наций по вопросам образования, науки и культуры Москва : Ин-т Юнеско по информ. технологиям в образовании , 2007 - 244 с.
7. Бикмухаметов И. Х. Дистанционное обучение : учебное пособие / Федеральное агентство по образованию, Уфимская гос. акад. экономики и сервиса Уфа : Уфимская гос. акад. экономики и сервиса , 2006 - 152 с.
8. Васильева Л. С. Мультимедийные учебные курсы и дистанционное обучение : учебное пособие / Сибирский гос. ун-т путей сообщ. Новосибирск : Изд-во Сибирского гос. ун-та путей сообщ. , 2006 - 81 с.
9. Шабанов А. Г. Дистанционное обучение в системе непрерывного образования: проблемы и перспективы развития / Современная гуманитарная акад. Москва : Изд-во СГУ , 2009 - 283 с.
10. Бурмистрова, А. С. Дистанционное обучение : эволюция технологии / Москва : Изд. центр НОУ ИНСОМ , 2006 - 42 с.
11. Svensson Lars. Communities of distance education : Doctoral diss. / [Göteborg] , 2002 - VIII, 170 с.