

УДК 20.01.04

## **ДИАГНОСТИКА ОБРАЗОВАНИЯ И МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ УЧЕБНОГО КУРСА В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЕ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ**

**Лященко Н.И.**

*ФГБОУ ВПО «Таганрогский государственный педагогический институт имени А.П. Чехова», Таганрог, Россия (347936, г. Таганрог, ул. Инициативная, 48), e-mail: [L.nikita.i@mail.ru](mailto:L.nikita.i@mail.ru)*

---

Совершенствование компьютеров приводит общество к созданию новых технологий в различных сферах научной и практической деятельности. В настоящее время у многих людей возникает необходимость в дополнительном обучении и повышении квалификации. Использование компьютерных технологий поможет модернизировать и существенно повысить эффективность этого образовательного процесса. В настоящее время проводятся исследования, направленные на эволюцию базовых моделей, отражающих традиционный квалификационный подход к организации учебного процесса, в сторону компетентностного подхода, учитывающего, кроме всего прочего, и способности обучаемых применять знания, умения и личностные качества для успешной профессиональной деятельности. В связи с этим особую актуальность приобретают вопросы, связанные с диагностикой базового образования обучаемого и формированием оптимального учебного курса для освоения квалификации при обучении автоматизированными обучающими системами. Метод диагностики образования, с учетом образовательного запроса личности, и приведенная методика формирования адаптивного теста, для выявления текущих знаний обучаемого, позволяют совершенствовать процедуру контроля знаний при автоматизированном обучении.

---

Ключевые слова: компьютер, обучение, система, модель, обучаемый, образование, алгоритм, граф.

## **EDUCATION DIAGNOSTICS AND FORMATION TECHNIQUE OF TRAINING COURSE STRUCTURE IN AUTOMATED TRAINING SYSTEM OF PROFESSIONAL DEVELOPMENT OF SPECIALISTS**

**Lyaschenko N.I.**

*Taganrog State Pedagogical Institute after A.P. Chekhov, Taganrog, Russia (347936, Taganrog, Initiativnaya street, 48), e-mail: [L.nikita.i@mail.ru](mailto:L.nikita.i@mail.ru)*

---

Improvement of computers brings society to creation of new technologies in various spheres of scientific and practical activities. At present a lot of people need additional training and professional development. Use of computer technologies will help to modernize and raise significantly efficiency of this educational process. At the present time researches are conducted aimed at evolution of basic models that reflect traditional qualifying approach to educational process organization towards competence-based one. Furthermore, the competence-based approach takes into account trainees' abilities to apply knowledge, skills and personal qualities for successful professional activities. Thereby the questions, connected with diagnostics of trainee's basic education and formation of optimal training course for qualification assimilation in the course of learning by automated instruction systems have become topical. The method of education diagnostics with a glance to educational request of a person and mentioned formation technique of adaptive test for revealing of trainee's current knowledge make it possible to upgrade knowledge control procedure in the process of automated learning.

---

Key words: computer, learning, system, model, student, education, algorithm, graph.

### **Введение**

Совершенствование компьютеров приводит общество к созданию новых технологий в различных сферах научной и практической деятельности. В настоящее время у многих людей возникает необходимость в дополнительном обучении и повышении квалификации. Использование компьютерных технологий поможет модернизировать и существенно повысить эффективность этого образовательного процесса.

В настоящее время проводятся исследования, направленные на эволюцию базовых моделей, отражающих традиционный квалификационный подход к организации учебного процесса, в сторону компетентностного подхода, учитывающего, кроме всего прочего, и способности обучаемых применять знания, умения и личностные качества для успешной профессиональной деятельности [4; 7]. На основании этого модель обучаемого в АОС повышения квалификации специалистов должна состоять из трех компонентов: познавательный (образование обучаемого), психофизиологический (психологический портрет личности), концептуально-деятельностный (компетенции обучаемого). Особую актуальность приобретают вопросы, связанные с диагностикой базового образования обучаемого и формированием оптимального учебного курса для освоения квалификации при обучении автоматизированными обучающими системами (АОС).

**Цель исследования:** разработать метод диагностики образования и формирования структуры учебного курса в АОС повышения квалификации специалистов.

Анализ базового образования, которым владеет обучаемый, является важной частью работы в АОС повышения квалификации специалистов. Он обеспечивает обратную связь с обучаемым и предназначен в первую очередь для определения уровня знаний обучаемого с целью организации адаптивного управления обучением [1]. Поэтому в модель АОС повышения квалификации специалистов должен быть включен блок диагностики образования и образовательного запроса личности. Данный блок должен проанализировать уровень исходных знаний обучаемого и исходя из его личных целей и возможностей, а также с учетом общепринятых критериев качества обучения сформировать оптимальную программу обучения. Одновременно с этим должен быть проведен психофизиологический анализ обучаемого, используемый далее для формирования модели обучаемого.

Исходный уровень знаний обучаемого должен сравниваться с эталонным уровнем знаний, необходимым для освоения желаемой квалификации или же для её рекомендации, наилучшим образом удовлетворяющей целям, мотивации, возможностям (экономическим, временным и др.) обучаемого.

Очевидно, что эталонные программы обучения должны храниться в базе данных и знаний. Результат сравнения исходного уровня знаний с эталонным уровнем может быть использован для синтеза оптимальной обучающей программы. Для такого синтеза необходимо ввести в систему критерии качества обучения, а также набор ограничений на параметры процесса обучения, например время, стоимость и др.

Исходной информацией для инициализации предлагаемой системы может служить выписка из приложения к диплому о высшем или специальном среднем образовании. Информация об изучаемых для каждой квалификации предметах в АОС хранится в базе

данных системы в виде реляционной модели данных – в таблице, аналогичной таблице приложения к диплому, но без столбца с оценками. В каждом виде квалификации число изучаемых дисциплин в общем случае различно. Обозначим множество всех квалификаций, которые можно освоить с помощью АОС повышения квалификации, через  $C = \{c_1, c_2, \dots, c_k\}$ , множество предметов, изучаемых в  $c_i$  квалификации –  $F_i = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$ , множество дисциплин из приложения к диплому –  $N = \{n_1, n_2, \dots, n_j\}$ . Для определения дивергенции (степени расхождения) данных выписки с данными реляционных таблиц будем использовать множество  $\overline{M}_i$ , определяемое через операцию пересечения множеств  $N$  и  $M_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, t$

$$\overline{M}_i = M_i \cap N.$$

В качестве меры близости специальности по диплому с видами квалификаций  $c_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, k$  можно было бы использовать ту из них, для которой  $\overline{M}_i$  максимально. Однако валидность такой оценки может быть низкой, так как она не учитывает значимость (вес) дисциплин, входящих в квалификацию. Так, например, во множестве  $\overline{M}_i$  может содержаться большое число дисциплин, но их значимость для данной квалификации незначительна. Но по их количеству в  $\overline{M}_i$  может быть сделан неправильный (ложный) вывод о близости специальности по диплому к некоторому виду квалификации  $c_i$ .

Для учета значимости дисциплин можно использовать относительную величину числа часов, отведенных для данной дисциплины, к общему числу часов обучения на данной квалификации [3]. Коэффициент значимости для совпадающих дисциплин нужно определять как для специальности по диплому, так и для квалификации  $c_i$ . Перемножая оба коэффициента значимости, мы будем иметь более валидную оценку значимости  $K_{зн}$  для рассматриваемых дисциплин.

В формализованном виде оценка значимости  $K_{зн}^i$  для дисциплины  $n_i \in \overline{M}_i$  будет иметь вид:

$$K_{зн}^i = ((v_N : n_i \in \overline{M}_i \subseteq N) / V_N) \times ((v_{M_i} : n_i \in \overline{M}_i \subseteq M_i) / V_{M_i}),$$

где  $V_N$  – объем в часах дисциплины  $n_i$ , принадлежащей множествам  $\overline{M}_i$  и  $N$ ,  $v_{M_i}$  – объем в часах той же дисциплины  $n_i$ , принадлежащей множествам  $\overline{M}_i$  и  $M_i$ .

Очевидно, что для оценки меры близости  $K_i^\delta$  квалификации  $c_i$  к специальности по диплому нужно просуммировать все коэффициенты значимости дисциплин, принадлежащих  $\overline{M}_i$

$$K_i^\delta = \sum_{n_i \in M_i} K_{зн}^i.$$

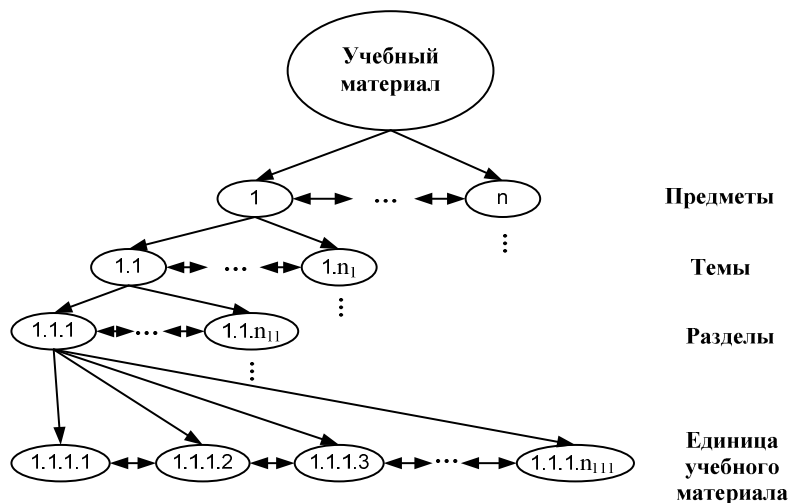
Вид квалификации, для которого  $K_i^o$  максимальна, является наиболее близкой к указанной в дипломе.

Описанный подход к индивидуальному определению наиболее подходящей каждому обучаемому квалификации можно считать лишь первым этапом в этом процессе. Он может быть принят к осуществлению, если у обучаемого нет обоснованных аргументов против выбранной таким образом квалификации. Однако у обучаемого могут быть некоторые ограничения на его возможности, например финансовые, временные и др. В связи с этим в блок диагностики образования введен образовательный запрос личности, который решит проблему выбора в освоении того или иного вида квалификации.

После выбора вида квалификации, освоением которой будет заниматься АОС повышения квалификации специалистов, обучаемому предлагается выборка специальных заданий для определения уровня владения учебным материалом.

Весь учебный материал, содержащийся в АОС, представлен в виде логической структуры с использованием семантических сетей. Отличительной особенностью систем обучения, использующих в качестве модели представления знаний семантические сети, является глубокая структуризация изучаемых понятий предметной области и их представление в виде иерархической модели, наличие интеллектуальных качеств как идентификация знаний обучаемого, его личностных характеристик и способностей, адаптация процесса обучения к индивидуальным особенностям обучаемого, что позволяет индивидуализировать и повысить качество обучения.

Преимуществом семантических сетей как модели представления знаний и непосредственно самого процесса обучения является наглядность описания предметной области, гибкость, адаптивность к цели обучаемого [2].



**Рис. 1. Общая иерархическая модель представления учебного материала в АОС повышения квалификации специалистов.**

Таким образом, в АОС учебный материал представлен в виде многоуровневой семантической модели (рис. 1), где вершины графа – это предметы, главы, параграфы, подразделы, разделы и т.д. а ребра – это отношения между ними. Такой подход к организации знаний при разработке АОС позволяет значительно сократить время обучения, уменьшить объем памяти, занимаемый базой знаний и данных. Модель в виде иерархической семантической сети, являясь логической структурой изучаемой предметной области, показывает также последовательность изложения учебного материала. Исходным материалом для модельных представлений являются данные тематических планов учебных дисциплин видов квалификации, а также профессиональные знания преподавателей.

Для формирования специальных заданий для определения уровня владения обучаемым учебным материалом из множества вопросов  $Q$  выбирается подмножество вопросов (выборка), которые будут заданы обучаемому. Данная выборка вопросов и определит адаптивный тест (рис. 2) [5]. Способ формирования вопросов для адаптивного теста из множества  $Q = \langle F, S, L \rangle$  происходит пропорционально значениям определенного параметра  $V$ . Если в полном списке вопросов по данной теме содержится  $n_1$  вопросов со значением параметра  $v_1$ ,  $n_2$  вопросов со значением параметра  $v_2$  и т.д., то в выборку вопросов длиной  $S$  войдет  $q_i$  вопросов типа  $v_i$ :

$$q_i = \frac{S \cdot n_i}{\sum_{i=1}^L n_i}, \quad (*)$$

где  $L$  – количество различных значений параметра  $V$ .

Представим процесс формирования актуального множества как последовательность преобразований, проводимых над множеством вопросов  $Q$ . Выборка формируется последовательно в несколько шагов. На каждом шаге из множества  $Q$  выбирается по одному или несколько элементов, выбранные элементы удаляются из множества  $Q$  и помещаются в множество  $Q^A$ . Каждое преобразование описывает один шаг построения актуального множества  $Q^A$ . Количество шагов определяется количеством вопросов, которое задано для данной выборки параметром  $S$ . Изначально актуальное множество пусто:

$$Q^A(0) = \emptyset.$$

Пропорционально значениям определенного параметра  $V$ :

$$Q^A(t+1) = Q^A(t) \cup \psi_{F(t)}(Q(t)),$$

где  $\psi_{F(t)}$  – функция, выбирающая из множества  $Q(t)$  вопрос, удовлетворяющий условию  $F(t)$ . Функция  $F(t)$  задается на основании анализа множества  $Q$  и формулы (\*). Она может представлять собой, например, вектор  $U$  длиной  $S$ , в котором элемент  $u_i$  является значением параметра  $V$  для  $i$ -го вопроса выборки.

Обучение в АОС повышения квалификации специалистов некоторым видам квалификации осуществляется за счет овладения обучаемым набором предметов по

конкретному виду квалификации. Каждый предмет состоит из глав, главы из параграфов и т.д., заканчивается эта структура единицей учебного материала. Таким образом, процесс обучения в АОС связан с множествами: множеством квалификаций  $C = \{c_1, c_2, \dots, c_k\}$ , множеством предметов  $F = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$ , множеством тем  $M = \{m_1, m_2, \dots, m_l\}$ . Связь списков квалификаций и предметов, которые должны быть изучены для её освоения, можно задать матрицей смежности  $S$ , в которой строки будут соответствовать предметам, а столбцы – квалификациям. Если  $i$ -й квалификации читается  $j$ -й предмет, то на пересечении  $i$ -го столбца и  $j$ -й строки стоит «1», в противном случае – «0». Связь предметов со списком, входящим в каждый предмет тем, можно задать матрицей смежности  $W$ , в которой на пересечении строк и столбцов стоят «1», если некоторая тема входит в соответствующий предмет. В общем случае матрицы смежности  $S$  и  $W$  имеют следующий вид:

$$S = \begin{matrix} & c_1 & c_2 & \dots & c_k \\ \begin{matrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \\ \vdots \\ f_n \end{matrix} & \begin{vmatrix} 1 & 1 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 1 & 0 & \dots & 0 \end{vmatrix} \end{matrix} \quad W = \begin{matrix} & f_1 & f_2 & \dots & f_n \\ \begin{matrix} m_1 \\ m_2 \\ m_3 \\ \vdots \\ m_l \end{matrix} & \begin{vmatrix} 1 & 0 & \dots & 1 \\ 1 & 1 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 0 & 1 & \dots & 1 \end{vmatrix} \end{matrix}$$

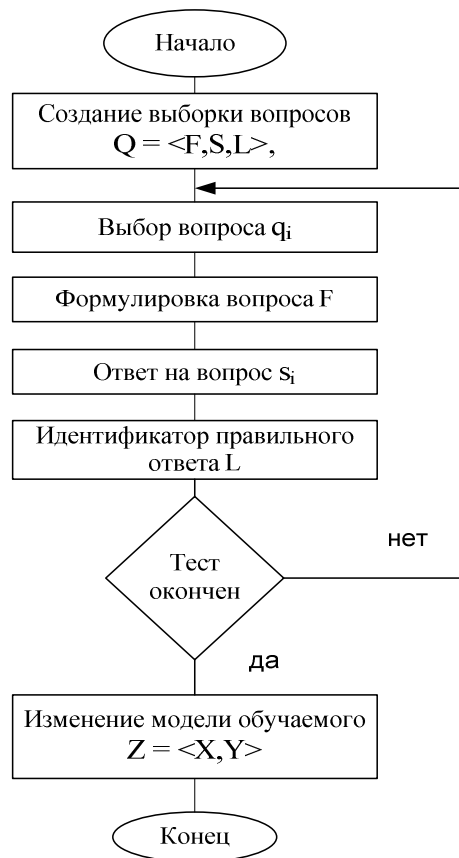


Рис. 2. Блок-схема проведения адаптивного теста.

Используя матрицы смежности  $S$  и  $W$  для каждого вида квалификации  $c_i$ , можно получить ее покрытие предметами из множества  $F$ , а каждый предмет темами. Аналогичным образом строятся матрицы смежности и для других структур учебного материала, вплоть до единицы учебного материала. В результате данного анализа происходит отбор учебного материала, которым должен овладеть обучаемый для освоения того вида квалификации, который был определен в АОС. Данный набор образует множество  $Z_3 = \langle X_3, Y_3 \rangle$  – эталонная совокупность знаний и умений, которыми должен владеть обучаемый. После адаптивного теста из множества вопросов  $Q$  и выявленного множества  $\overline{M}_i$  образуется множество  $Z = \langle X, Y \rangle$  – совокупность знаний и умений, которыми уже владеет обучаемый перед началом учебного процесса в АОС.

Для определения дивергенции (степени расхождения) множеств  $Z_3$  и  $Z$ , используем множество  $Z'_3 = \langle X'_3, Y'_3 \rangle$ , определяемое через операцию разности множеств  $Z_3$  и  $Z$ .

$$Z'_3 = Z_3 \setminus Z.$$

Образованное таким образом множество  $Z'_3$  – является множеством того учебного материала, который необходимо освоить обучаемому.

Преимущества предлагаемой диагностики образования особенно значимы при контроле знаний обучаемых. Семантическая сеть подразумевает смысловую обработку информации компьютером, которая необходима при обработке ответов обучаемых.

При контроле знаний необходимо по заранее известным понятиям предметной области построить с помощью инструментальных программных средств на экране компьютера соответствующую изучаемым понятиям семантическую сеть, и далее множество знаний обучаемого сравнивается с эталонным множеством знаний, и тем самым осуществляется контроль знаний обучаемого [6]. Такая организация контроля знаний способствует качественному обучению, поскольку обучаемые анализируют базовую структуру изучаемых понятий и представлений, связывая с ними новые понятия.

**Вывод.** Проведение описанной диагностики образования и разработанный метод формирования структуры учебного курса в автоматизированной обучающей системе повышения квалификации специалистов позволят существенно повысить эффективность образовательного процесса, сделать его индивидуальным и оптимальным, учитывая базовое образование обучаемого, его образовательный запрос и возможности, сформировав индивидуальную образовательную траекторию.

## Список литературы

1. Брусиловский П.Л. Адаптивные и интеллектуальные технологии в сетевом обучении // Новости искусственного интеллекта. – 2002. – № 5. – С. 25-31.
2. Брусиловский П.Л. Построение и использование моделей обучаемого в интеллектуальных обучающих системах // Известия РАН. Техническая кибернетика. – 1992. – № 5. – С. 97-119.
3. Глушань В.М., Афанасьев А.Ю., Лященко Н.И. Оптимизация вузовского образовательного процесса в среде автоматизированного обучения и контроля знаний // Вестник ТГПИ. Физико-математические и естественные науки [Таганрог : Изд-во Таганрог. гос. пед. ин-та]. – 2011. – № 1. – С. 111-116.
4. Квасова Л.В., Жуковская З.Д. Повышение квалификации специалистов как педагогическая система // Вестник Воронежского института повышения квалификации работников образования. – 2007. – № 16. – С. 21-29.
5. Петрушин В.А. Экспертно-обучающие системы. – Киев : Наукова думка, 1992. – С. 196.
6. Стефанюк В.Л. Теоретические аспекты разработки компьютерных систем обучения : учебное пособие. – Саратов : Изд-во СГУ, 1995. – С. 98.
7. Фролов Ю.В., Махотин Д.А. Компетентностная модель как основа оценки качества подготовки специалистов // Высшее образование сегодня. – 2004. – № 8. – С. 34-41.

#### **Рецензенты**

Карелин Владимир Петрович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой математики и информатики НОУ ВПО «Таганрогский институт управления и экономики», г. Таганрог.

Целых Александр Николаевич, д.т.н., профессор, заместитель руководителя по информатике, ученый секретарь диссертационного совета ФГАОУ ВПО «Таганрогский технологический институт южного федерального университета», г. Таганрог.