

- б) определение повторяемости каждого типа ПОЭЗ в целях их оптимального усвоения, установление последовательности типов и их взаимозависимости;
- 7) постепенно возрастающая сложность усвоения математического аппарата.

Таким образом, узловая интеграция математических знаний в экономической задаче – это согласованное и направленное проблемно ориентированное объединение в единое целое

элементов математического содержания с целью повышения качества освоения специальных и математических знаний по приемам и методам решения прикладных финансово-экономических задач в процессе обучения математике. Узловая интеграция характеризуется упорядочиванием и организацией отдельных элементов математического аппарата в единство и целостность математических знаний на основе ПОЭЗ.

Библиографический список

1. Подготовка учителя математики: Инновационные подходы [Текст]: учебное пособие / под ред. В. Д. Шадрикова. – М.: Гардарики, 2002. – 383 с.
2. Смирнов, Е. И. Технология наглядно-модельного обучения математике [Текст] / Е. И. Смирнов. – Ярославль, 1998. – 335 с.
3. Терешин, Н. А. Прикладная направленность школьного курса математики [Текст] / Н. А. Терешин. – М.: Просвещение, 1990. – 96 с.
4. Эшби, У. Р. Введение в кибернетику [Текст] / У. Р. Эшби. – М., 1959. – 432 с.

В. Е. Фирстов

ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ИНФОРМАЦИОННАЯ КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИВАЮЩЕГО ОБУЧЕНИЯ

В предшествующей работе [1] представлен алгоритм развивающего обучения Л. С. Выготского, выработанный в рамках диалоговой модели в виде композиции двух абстрактных автоматов, связанных обратной связью. Для конкретной реализации этого алгоритма, например в виде обучающей экспертной системы (ЭС), его следует наполнить содержанием, то есть разрешить проблематику, связанную с процедурой формирования соответствующих баз данных и коммутаций для такого рода ЭС, а также определить и оптимизировать механизм передачи учебной информации в процессе развивающего обучения. Эти два момента представляют цели настоящей статьи.

Ключевые слова: развивающее обучение, алгоритм, экспертная система, база данных, абстрактный автомат.

V. E. Firstov

EXPERT SYSTEMS AND INFORMATION CONCEPTION IN DEVELOPING TRAINING

In previous work [1] algorithm of developing training by L.S.Vygotski is represented in the range of dialogue model where the composition of two abstract automates is connected by reverse link. For realization of this algorithm in the sphere of training expert system (ES), it is necessary to fulfill it with the following content: to realize the procedure of databases formation for ES; to define the mechanism of information in training process. This is the aim of the work.

Key words: developing training, algorithm, expert system, databases, abstract automat.

Формирование баз данных ЭС развивающего обучения. Процедура формирования баз данных экспертных систем (ЭС) для реализации развивающего обучения обусловлена его алгоритмом, представленным в п. 1 [1] в виде итерационного процесса (1);(2), проводимого посредством композиции двух автоматов $A = (A;S;Z;f;g)$ и $A' = (A';S';Z';f';g')$, которые связаны обратной связью (рис. 1), выраженной функциональными соотношениями (3);(4). Специфика этой киберсистемы такова, что $Z=A'$; $A=Z'$ и $S' \subset S$ и, по сути, мы имеем дело с

алгеброй $(A;S;Z;f;g;f';g')$, определенной на множествах A,S,Z посредством четырех бинарных операций $f;g;f';g'$ в виде функций (3);(4). Таким образом, формирование базы данных для интересующей ЭС связано с наполнением предметным содержанием данной алгебры. Эта процедура представляется следующей.

Пусть в рамках указанной алгебры описывается предметное обучение от некоторого актуального уровня развития S' до уровня S , при котором происходит «освоение» зоны по-

тенциального развития $\Delta S'$ обучаемого субъекта: $S = S' \cup \Delta S'$. В этом случае освоение $\Delta S'$ осуществляется с помощью соответствующей системы вопросов и заданий к обучаемому, которая представляет собой определенное конечное множество Z , формируемое на основе экспертных данных так, что $Z = Z_1 \cup \dots \cup Z_k$, где Z_i – система вопросов i -го, $i = \overline{1; k}$ эксперта. Формально Z_i – это некоторое частично упорядоченное множество в виде семантической сети, источники которой задают вопросы, инициирующие рассматриваемый процесс обучения, и в целом, такие вопросы выделяются в отдельное подмножество $Z_0 \subset Z$. Тогда стоки – это вопросы, связанные с финальной стадией этого процесса. Аналогично, по экспертным данным, исходя из запросов множества Z , моделируется множество A ответов обучаемого субъекта, представляющее объединение экспертных оценок $A = A_1 \cup \dots \cup A_k$.

Дальнейшими действиями между множествами A и Z устанавливаются бинарные отношения $A(Z) \subset Z \times A$ и $Z(A) \subset A \times Z$, с помощью которых формируется реляционная база данных, представляющая таблицы соответствий: между вопросами z_j базы Z и ответами a_j базы A так, что с парой $(z_j; a_j) \in A(Z)$ связан определенный уровень знаний $S(z_j; a_j)$, отвечающий условию

$$\text{не,} \quad (1)$$

и между ответом базы A и последующим вопросом базы Z так, что с парой $(a_j; z_{j+1}) \in Z(A)$ связан определенный уровень знаний $S(a_j; z_{j+1})$, отвечающий условию

$$S' \subseteq S(a_j; z_{j+1}) \subseteq S. \quad (2)$$

В результате выстраивается реляционная база данных для множества состояний $S = A(Z) \cup Z(A)$, в рамках которой определяются функции $f; g; f'; g'$, и, таким образом, алгебра $(A; S; Z; f; g; f'; g')$ наполняется содержанием, реализующим ЭС для отработки методов развивающего обучения.

Процедура обучения в рамках описанной базы данных алгебры $(A; S; Z; f; g; f'; g')$ формаль-

но выражается следующим образом. На множестве состояний $S = A(Z) \cup Z(A)$, как на алфавите, задается конечная, частично упорядоченная полугруппа, описывающая процедуру обучения в виде композиции

$$(z_0; a_0) (a_0; z_1) (z_1; a_1) \dots (a_{e-1}; z_e) (z_e; a_e), \quad (3)$$

где $z_0 \in Z_0, z_1; \dots; z_e \in Z, a_1; \dots; a_e \in A, e$ – ограниченный натуральный параметр, указывающий количество вопросов-ответов, содержащихся в некоторой экспертной стратегии ведения учебного процесса, связанного с освоением заданной зоны потенциального развития $\Delta S'$.

Поскольку количество композиций конечной длины вида (3) над конечным алфавитом S также конечно, то для каждой такой композиции можно определить рейтинг и, таким образом, сравнить эффективности соответствующих стратегий обучения, что позволяет проводить оптимизацию учебного процесса в рамках рассматриваемой ЭС. Для введения таких рейтингов следует определить меру на множестве всех всевозможных стратегий вида (3). По аналогии с известным принципом наименьшего действия можно, например, предположить, что из двух стратегий (3) более предпочтительна та, для которой параметр e меньше. Стратегии, имеющие одинаковые значения параметра e , сводятся в классы эквивалентности и называются равносильными (или эквивалентными) стратегиями. Тогда, определив минимум параметра e на множестве стратегий (3), для данного учебного процесса определяют множество оптимальных стратегий со значением $e = e_{min}$ и каждой такой стратегии присваивают рейтинг, например 100%. Проводя далее ранжировку стратегий по возрастанию параметра e , с помощью величины $(e_{min} / e) 100\%$ определяют рейтинги стратегий (3).

Информационная модель развивающего обучения. В терминах теории информации алгоритм развивающего обучения (1);(2) в п. 1 [1] описывается следующим рекуррентным уравнением:

$$I_{i+1} = I_i + \Delta I_i, \quad (4)$$

где I_i – количество информации, соответствующее актуальному уровню знаний обучаемого субъекта на i -м шаге обучения; ΔI_i – знания, которые активизируются путем целенаправленного учебного воздействия на зону потенциального развития уровня I_i данного субъек-

та и, по мере наполнения уровня I_{i+1} в процессе $I_i \rightarrow I_{i+1}$, реализуется $(i+1)$ -й шаг обучения; параметр i последовательно пробегает целые значения $i = \overline{0;n}$ и, таким образом, в рамках процедуры (4) исходный уровень знаний I_0 планомерно поднимается до уровня I_{n+1} . При этом знания области ΔI_i , следуя классическим исследованиям Л. С. Выготского [2], С.Л. Рубинштейна [3] и др., можно рассматривать как функции $\Delta I_i = \Delta I_i(I_i)$, полагая, что области ΔI_i развиваются на основе имеющегося опыта I_i посредством создания и разрешения соответствующих проблемных ситуаций в учебном процессе.

Следует отметить, что зависимости $\Delta I_i(I_i)$, как правило, имеют нелинейный характер и, следовательно, уравнение (4) представляет собой нелинейное конечно-разностное уравнение 1-го порядка, описывающее некоторый итерационный процесс. Такого рода нелинейные процессы в синергетике представляют класс так называемых одномерных отображений, в рамках которого моделируется многообразие нелинейных процессов в природе [4].

Используя количественные соотношения [5], определим информационные характеристики учебного процесса, моделируемого процедурой (4). В этом случае переход к уровню знаний I_{i+1} происходит в результате «освоения» области ΔI_i посредством целенаправленного учебного воздействия на зону потенциального развития уровня I_i обучаемого субъекта, информационная энтропия в процессе развивающегося обучения (4) составит:

$$H = \sum_{i=0}^n \Delta I_i p_i = - \sum_{i=0}^n p_i \log_2 p_i, \quad (5)$$

где p_i – вероятность усвоения совокупности знаний области ΔI_i . Тогда пропускная способность рассматриваемого канала связи оказывается равной:

$$\gamma = \frac{H}{T} = - \frac{1}{T} \sum_{i=0}^n p_i \log_2 p_i, \quad (6)$$

где T – продолжительность обучения в данном учебном процессе.

Представленная информационная модель (5-7) фактически описывает траекторию обуче-

ния индивидуального субъекта или, если задействована технология сотрудничества, то отдельной подгруппы обучаемого контингента. Оптимизация в рамках этой учебной модели, естественно, строится посредством минимизации информационной энтропии (5), что подразумевает целенаправленное воздействие на вероятности p_i . Покажем, что это воздействие предполагает использование определенных дидактических законов и практически связано с проведением определенных организационных мер в рассматриваемом учебном процессе, прежде всего, в части календарно-тематического планирования предметного материала.

Сперва определим ограничения, при которых минимизируется энтропия (5). Мы имеем два условия:

$$\sum_{i=0}^n t_i \leq T; \quad \sum_{i=0}^n \Delta I_i = I_{n+1} - I_0 = \Delta I, \quad (7)$$

где t_i – время, в течение которого происходит проработка предметной области знаний ΔI_i . Далее используем дидактические закономерности [6] и экспериментальные данные по так называемым кривым научения [7], следуя которым, вероятность (коэффициент) усвоения p_i знаний области ΔI_i в зависимости от времени t_i изучения и проработки этой учебной информации с достаточной точностью можно аппроксимировать выражением:

$$p_i = \begin{cases} 0; 0 \leq t_i \leq t_i' \\ \frac{t_i - t_i'}{t_i'' - t_i'}; t_i' < t_i < t_i'' \\ 1; t_i \geq t_i'', \end{cases} \quad (8)$$

где t_i' – так называемый порог восприятия знаний области ΔI_i , то есть минимальная длительность учебного процесса, выше которой возможно восприятие и усвоение учебной информации обучаемым контингентом; t_i'' – порог насыщения, указывающий ту продолжительность учебного процесса, при которой с достоверностью можно утверждать полное усвоение данного массива учебного материала ΔI_i при фиксированных условиях обучения. Легко видеть, что аппроксимация (8) устанавливает следующие временные ограничения:

$$t_i > t_i', \quad i = \overline{0; n} \quad (9)$$

Следует иметь в виду, что временные параметры t_i ; t_i'' в аппроксимации (1.29) определяются экспериментально с помощью специальных тестовых процедур, методика проведения которых описана в работе [7]. Кроме того, среди дидактов существует мнение, что условие $p_i \geq 0,7$ можно рассматривать как математический критерий дидактического принципа завершенности процесса обучения. Это мнение основано на экспериментальных данных, в соответствии с которыми при достижении таких значений вероятности (коэффициента) усвоения p_i обучаемые, допуская ошибки, объективно могут их самостоятельно находить и устранять, тем самым совершенствуясь в процессе деятельности [6; 7]. Если это условие допустить в рамках предложенной модели обучения, то в этом случае аппроксимация (8) просто принимает усеченный вид при $p_i \geq 0,7$.

Таким образом, информационная модель развивающего обучения (4–9) подразумевает планомерное продвижение учебной информации (знаний) по каналам связи, реализуемым в учебном процессе, в рамках которого формируется учебная траектория обучаемого субъекта, описываемая итерационным процессом (4). Движущей силой этого процесса является стимулирование мыслительной деятельности обучаемого в зоне его ближайшего развития ($\Delta I_i > 0$), то есть проведение обучения с некоторым опережением актуального уровня развития I_i данного обучаемого субъекта.

Интуитивно ясно, что оптимизация такого учебного процесса обуславливается тем, насколько эффективно используются его каналы связи. Необходимо учитывать, что шаги обучения связаны с «освоением» областей ΔI_i , которые по уровням сложности и трудности, как правило, неоднородны, а потому различны соответствующие промежутки времени обучения t_i , и все это следует «вписать» в рамки учебной программы ΔI и временного регламента T в соответствии с (7) с учетом ограничений (9). Вообще говоря, если параметры ΔI и T должным образом не согласованы, то подобная задача вполне может оказаться неразрешимой. Однако мы вправе полагать эти параметры как научно-обоснованные директивы, тогда опти-

мизация развивающего обучения, по сути, сводится к повышению качества обучения.

В этом случае оптимизация модели развивающего обучения (4–9) сводится к минимизации информационной энтропии (5) путем целенаправленного учебного воздействия на вероятности p_i , что равносильно эффективному распределению и благоприятной подаче учебной информации ΔI по шагам обучения ΔI_i . Показателем эффективности в этой модели выступает достаточно высокий уровень усвоения учебного материала (например, с вероятностью $p_i \geq 0,7$), который накладывает ограничения по времени t_i согласно (7–9). Таким образом минимизация энтропии (5), с одной стороны, обеспечивается при оптимальном распределении учебной информации $\Delta I_i(t_i)$ в структуре семантической сети программы ΔI , то есть достигается за счет эффективного календарно-тематического планирования учебного материала. С другой стороны, положительный учебный эффект связан с организацией благоприятной подачи учебной информации при обучении, что является прерогативой искусства преподавания, использования ТСО или современных технологий обучения. В частности, на основе теоретико-информационных соображений легко, например, показать, что «пошаговое» обучение (4) уступает блочно-модульному.

Заключение. Таким образом, можно констатировать разработку необходимого математического обеспечения для обучающей ЭС, реализующей отработку умений и навыков преподавания, проводимого на основе концепции развивающего обучения Л. С. Выготского, которое включает следующее:

- алгоритм развивающего обучения, представленного в структуре диалоговой модели в виде композиции абстрактных алгебраических автоматов и операции обратной связи [1];
- оптимизацию планирования тематических массивов предметной информации по принципу минимизации информационной энтропии и воздействие на показатели усвоения изучаемого предметного материала в процессе развивающего обучения (п. 3);
- процедуру формирования и пополнения соответствующих баз данных ЭС и их пред-

Теория и методика обучения и воспитания

ставление в виде семантической сети или гипертекста (п. 2);

- построение и отработку учебных стратегий развивающего обучения путем прокладки и оптимизации учебных траекторий по элементам баз данных реализуемой ЭС (п. 2).

В рамках представленного математического аппарата в архитектуре предлагаемой ЭС легко предусматриваются всевозможные help-функции (режим подсказки), что позволяет проводить обучение (тренинг) на различных уровнях подачи изучаемого материала, адаптированного для каждого обучающегося. Например, при обучении на уровне приобретения знаний режим подсказки предоставляется на всем протяжении учебного процесса, после чего, переходя на уровень консультации, обучаемый запрашивает помощь только по отдельным моментам проведения данного учебного процесса, и, наконец, на уровне контроля знаний

(тестирования) режим подсказки исключается. Результаты контроля знаний позволяют формировать канал селекции и типизации трудностей изучаемого материала, который представляет важный элемент учебного процесса, реализуя канал обратной связи.

В целом, обучение в рамках данной ЭС следует рассматривать как некоторую организационную форму учебного процесса, проводимого с использованием вполне определенной информационной технологии в виде компьютерной программы, которая может запускаться как индивидуально (на отдельном компьютере или ноутбуке), так и в локальной сети (компьютерном классе) с ведущим компьютером (сервером). Таким образом, в рамках данной информационной технологии обучения легко организуется как самостоятельная, так и групповая работа учащихся.

Библиографический список

1. Фирстов, В. Е. Концепция развивающего обучения Л. С. Выготского, педагогика сотрудничества и кибернетика [Текст] / В. Е. Фирстов // Ярославский педагогический вестник. – 2008. – №4 (57). – С. 100–107.
2. Выготский, Л. С. Педагогическая психология [Текст] / Л. С. Выготский; под ред. В. В. Давыдова. – М.: АСТ: Астрель: Люкс, 2005. – 671 с.
3. Рубинштейн, С. Л. О мышлении и путях его исследования [Текст] / С. Л. Рубинштейн. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – 147 с.
4. Малинецкий, Г. Г. Математические основы синергетики: Хаос, структуры, вычислительный эксперимент [Текст] / Г. Г. Малинецкий. – М.: Изд-во ЛКИ, 2007. – 312 с.
5. Яглом, А. М. Вероятность и информация [Текст] / А. М. Яглом, И. М. Яглом. – М.: Наука, 1973. – 511 с.
6. Подласый, И. П. Педагогика. Новый курс [Текст] : в 2 кн. / И. П. Подласый. – М.: Владос, 2002. – Кн. 1: Общие основы. Процесс обучения. – 576 с.
7. Нурминский, И. И. Статистические закономерности формирования знаний и умений учащихся [Текст] / И. И. Нурминский, Н. К. Гладышева. – М.: Педагогика, 1991. – 224 с.

Н. М. Черненко

СТИЛИСТИКА КОМПЬЮТЕРНОГО ОБЩЕНИЯ

В условиях информационного общества современные информационные и коммуникационные технологии не только необходимы, перспективны, но и являются жизненно важным профессиональным инструментарием.

Ключевые слова: компьютерный дискурс, компьютерная лексика, компьютерный текст, жанры компьютерного общения, информационные технологии.

N. M. Chernenko

STYLISTICS OF COMPUTER COMMUNICATION

In the conditions of an information society modern information and communication technologies not only are necessary, perspective, but also are the vital professional toolkit.

Key words: computer discourse, computer vocabulary, computer text, genres of computer communication, information technologies.