

Т.Л. Мазурок

Информационное обеспечение системы управления индивидуализированным обучением

Приведены результаты разработки информационного обеспечения системы автоматизированного управления процессом индивидуализированного обучения, реализующей гибридными интеллектуальными средствами структурно-функциональную схему синергетической модели управления. Построены информационные модели основных элементов системы управления, алгоритмы обработки их параметров.

The results of the development of the information support of the automatization control of the process individualized teaching, which implements the hybrid intelligent means of a structural-functional scheme of the synergetic model of control are presented. The information models of the basic elements of control systems, the algorithms of the processing of their parameters are constructed.

Наведено результати розробки інформаційного забезпечення системи автоматизованого управління процесом індивідуалізованого навчання, що реалізує гібридними інтелектуальними засобами структурно-функціональну схему синергетичної моделі управління. Сформовано інформаційні моделі основних елементів системи управління, алгоритми обробки їх параметрів.

Введение. Развитие информационного общества, переход к обществу знаний вместе с углублением глобализации, ростом конкуренции на рынке труда требуют создания условий для получения высококачественного профессионального образования для каждого человека на протяжении всей жизни [1]. Усовершенствование средств, направленных на достижение этой сложной, многоаспектной проблемы, связано с автоматизацией процесса управления обучением, как целостным и целенаправленным процессом.

При росте потребности в автоматизированных системах управления индивидуализированным обучением *актуальна нерешенная проблема* – разработка моделей, методов, информационного и программного обеспечения для сопровождения всего жизненного цикла систем автоматизированного управления обучением.

Современная методология системного анализа базируется на взаимодополняющих подходах – системном, синергетическом и информационном, что позволяет более глубоко изучать сложные объекты, процессы и задачи управления, характеризующиеся слабой структурированностью и плохо формализуемые [2]. Реализация этих направлений системных исследований позволяет пересмотреть основы классической теории и практики управления применительно к организационным и социальным системам. Основной синергетический постулат «не навязывания» сверху управляющих воз-

действий, а учет при их выработке собственных тенденций развития объекта управления есть существенным для педагогических систем, осуществляющих процесс обучения. Поэтому системный анализ для педагогических систем требует именно синергетического подхода в качестве основы для расширения автоматизации функций управления. Разработанная на основе синергетического подхода, двухклассовая модель «знаний и умений» [3], структурно-функциональная модель ее реализации на основе гибридной системы интеллектуальных преобразований [4], позволяют в автоматизированном режиме формировать индивидуализированные последовательности управляющих воздействий. Под управляющим воздействием понимаем очередную учебный элемент, выбранный на основе графа обучения с учетом внутрпредметных и межпредметных взаимосвязей в условиях компетентностной модели обучения. В то же время необходимой составной частью автоматизированной системы управления обучением (АСУ-О) есть информация, характеризующая объект управления. Поэтому эффективность АСУ-О в значительной степени определяется наличием адекватного информационного обеспечения, выполняющего функции преобразования и использования потоков информации между всеми функциональными блоками АСУ-О.

Устранение противоречия между потребностью в специализированной информационной поддержке процесса управления обучением, на-

правленной на подготовку, использование, передачу требуемых разнородных данных и знаний, и отсутствием методологии создания информационного обеспечения АСУ-О, представляет собой *нерешенную часть общей проблемы* автоматизации управления процессом индивидуализированного обучения и определяет *актуальность* данного исследования.

Анализ последних исследований и публикаций

Различные аспекты компьютеризации обучения рассмотрены в работах Гриценко В.И., Довгялло А.М., Жалдака М.И., Козлаковой Г.А., Манак А.Ф., Машбица Ю.И., Роберт И.В. и др. Автоматизация управления обучением основывается на развитии кибернетического подхода, предложенного в работах Винера Н., Скиннера Б.Ф. и др., дидактически обоснованного в работах Талызиной Н.Ф., Беспалько В.П., Атанова Г.А. Дальнейшее совершенствование кибернетического подхода в обучении связано с работами Растригина Л.А., Эренштейна М.Ч., Соловова А.П., Тодорцева Ю.К. и др. Использование интеллектуальных компонент различного назначения в обучающих системах отражено в работах Брусиловского П.Л., Краснопоповского А.С., Маклакова Г.Ю., Петрушина В.А., Чмыря И.А., Шароновой Н.В. и др.

Однако особенности модели синергетического управления, ее реализации позволяют выделить в качестве нерешенной проблему разработки специализированного информационного обеспечения АСУ-О.

Постановка задачи

Заключается в разработке информационного обеспечения системы автоматизированного управления процессом индивидуализированного обучения, реализующей гибридными интеллектуальными средствами структурно-функциональную схему синергетической модели управления. Для разработки информационного обеспечения АСУ-О необходимо исследовать особенности его функционирования на информационном уровне, определить его структуру, методы их формирования, построить информационную модель управления индивидуализированным обучением.

Анализ особенностей информационного обеспечения АСУ-О

Термин «информационное обеспечение» широко используется в различном контексте и в зависимости от функций, видов деятельности трактуется неоднозначно, его точное толкование остается дискуссионным. Кроме определения данным термином информационных структур, под ним еще понимают процесс представления необходимой информации для потребностей определенного объекта.

Из известных трактовок информационного обеспечения к рассматриваемой тематике выделим подход, согласно которому информационное обеспечение рассматривается в качестве функции управления деятельностью, которая организуется в рамках управления, направлена на проектирование, функционирование и усовершенствование информационных систем, обеспечивающих эффективное управление задач управления [5].

Известны также и другие определения, интенционалами которых являются понятия «информации», «создание информационных условий», «процесс», «совокупность средств», «функция», «структура» и пр. В связи с отсутствием однозначного определения понятия информационного обеспечения, будем понимать под ним систему программно-технических средств поддержки информационных процессов, необходимых для функционирования АСУ-О.

Среди информационных процессов, необходимых для функционирования АСУ-О, выделим внутренние и внешние. К внешним информационным процессам можно отнести связи с АСУ-О, с пользователем (обучаемый, преподаватель, эксперт и др.), с внешней средой (например, электронной образовательной средой). К внутренним – процессы обработки данных перед передачей к АСУ-О (обработка данных – логический вывод или вычисления, поиск, передача). К особенностям внешней первичной информации можно отнести: разнородность источников информации, способов их представления, неполнота, нечеткость, неметрезуемость, недостаточная степень вербализации некоторых данных, размытость понятий предметной области.

Внутренние информационные процессы в значительной мере связаны с обеспечением информацией интеллектуальных преобразований АСУ-О, что требует организации базы знаний. Открытость АСУ-О, синергетический принцип ее функционирования определяют необходимость поддержки информационного взаимодействия с окружающей средой как источника получения дополнительной информации для установления информационного равновесия.

Разработка информационной модели АСУ-О

Цель создания информационной модели АСУ-О – определение основных информационных объектов и информационных процессов, обеспечивающих ее необходимой информацией, их структуры, взаимосвязей. К основным структурным элементам информационной модели АСУ-О относятся следующие: модель системы компетенций, модель учебной дисциплины, модель учебного элемента, модель межпредметных связей, модель обучаемого, модель стратегии обучения.

Модель системы компетенций составляется на основе образовательно-квалификационной характеристики (ОКХ), представляющей собой стандарт отраслевой компоненты государственных стандартов высшей школы, определяющий квалификационные требования к выпускникам вузов, в том числе – требования к их компетентности.

Информационная модель системы компетенций SKMP состоит из следующих элементов:

$$SKMP = \langle \{VF\}, \{ZD\}, \{SH_{ZD}\}, \{ZM_U\}, \{SH_U\} \rangle, \quad (1)$$

где VF – название производственной функции; ZD – название типовой задачи деятельности; SH_{ZD} – шифр типовой задачи деятельности, имеющий следующую структуру:

$$SH_{ZD} < \{V_{ZD}, K_{ZD}, NZ_{VF}\} >, \quad (2)$$

где V_{ZD} – вид типовой задачи деятельности; K_{ZD} – класс типовой задачи деятельности; NZ_{VF} – номер задачи, сквозной для данной производственной функции; ZM_U – содержание умения; SH_U – шифр умения, в свою очередь имеющий следующую структуру:

$$SH_U = \langle SH_{ZD}, V_U, R_U, N_U \rangle, \quad (3)$$

где V_U – вид умения; R_U – уровень сформированности умения; N_U – номер умения, сквозной для данной производственной функции. $SKMP$ (1) входит в информационную модель так называемой профессиограммы PG , определяющей соответствие квалификации профессии, и имеет следующую структуру:

$$PG = \langle \{P_S\}, \{GE\}, R_{ok}, NP \rangle, \quad (4)$$

где $\{P_S\}$ – перечень профессиональных работ, которые специалист сможет выполнять; $\{GE\}$ – отрасли и подотрасли экономики, к работе в которых подготовлен специалист; R_{ok} – образовательно-квалификационный уровень; NP – направление подготовки.

Модель компетенции определяется производственными функциями VF (1) на основе данных ОКХ, состоит из следующих элементов:

$$VF = \langle \{ZD\}, \{SH_{ZD}\} \rangle. \quad (5)$$

Тогда на основе модели (2) можно определить информацию о множестве умений – их содержание и шифр, что составляет входную информацию модели учебной дисциплины.

Модель учебной дисциплины (УД) определяется перечнем необходимых умений специалиста и их шифрами. Модель УД – промежуточная между информацией о компетенции и учебными элементами и состоит из таких элементов:

$$ND = \langle N_{ND}, C, \{SH_{ZM}\}, T_{min}, KR_{min} \rangle, \quad (6)$$

где N_{ND} – название УД; C – цикл подготовки; $\{SH_{ZB}\}$ – шифр блоков содержательных модулей, входящих в УД; T_{min} – минимальное количество учебных часов изучения УД; KR_{min} – минимальное количество кредитов для изучения УД.

По шифрам блоков содержательных модулей SH_{ZM} можно определить названия содержательных модулей и их шифры. Для этого необходима промежуточная модель – модель блоков содержательных модулей ZB :

$$ZB = \langle SH_{ZB}, N_{ZB}, \{SH_{ZM}\}, \{N_{ZM}\} \rangle, \quad (7)$$

где N_{ZB} – название блока содержательных модулей; $\{SH_{ZM}\}$ – шифр содержательных модулей;

лей, входящих в данный блок; $\{N_{ZM}\}$ – названия содержательных модулей.

Сформированные модели позволяют получить на основе информации из окружающей среды о профессиональных умениях обучаемых перечень содержательных модулей, учебных дисциплин, которые согласно образовательно-квалификационной характеристике и образовательно-профессиональной программе (для высшего образования) гарантируют овладение системой компетенций, соответствующих определенному направлению подготовки, образовательно-квалификационному уровню.

Названия УД, содержательных модулей передаются в АСУ-О через информационное обеспечение, функция которого, в данном случае, состоит в поддержке функционирования базы данных. Одной из важных особенностей последовательности изучаемых УД по определенной специальности есть их логическая взаимосвязь, фиксируемая в учебных программах. Определение таких связей основывается на интуиции преподавателя и их обобщенном представлении об УД учебного плана. Это определяется ограниченными возможностями памяти человека [6]. В связи с тем, что для АСУ-О существенна информация не только о перечне УД, но и о последовательности их изучения, рассмотрим структурно-логическую схему подготовки специалиста. Структурно-логическая схема имеет вид нечеткого ориентированного графа, вершины которого соответствуют названиям УД, а дуги – нечетким отношениям \tilde{R} . Если обозначить множество УД через $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, где n – множество УД, то $\mu_{\tilde{R}}(x_1, x_2, \dots, x_n)$ показывает уровень выполнения отношения \tilde{R} между элементами $x_i \in X$, $i = \overline{1, n}$.

Между УД можно выделить два вида отношений – предшествования и подобия (схожести). Отношения схожести применяют в тех случаях, когда УД могут изучаться в одном семестре и это не окажет существенного влияния на качество изучения последующих дисциплин.

Нечеткое отношение схожести – аналог обычного отношения толерантности. Нечеткие отношения схожести задаются с помощью мат-

риц схожести, полученных в результате опроса экспертов, которые для каждой пары УД указывают степень схожести в некоторой шкале сравнений. Антисимметричное, транзитивное нечеткое отношение называют отношением упорядочения или порядка. Нечеткие отношения порядка могут быть получены с помощью шкалы сравнений, с помощью которой эксперты оценивают уверенность в необходимости предшествования. Аналитическая модель структурно-логической схемы задается совокупностью пар УД и множеством нечетких отношений между ними. Тогда в общем случае процесс подготовки специалиста может иметь следующий вид:

$$SLS = \langle DOM X_i, \|\mu_{R_n}\|, \|\mu_{K_c}\|, T_{\min i} \rangle, i = \overline{1, n}, \quad (8)$$

где $DOM X_i$ – домен, определяющий множество возможных пар УД; μ_{R_n} – матрица нечеткого отношения предшествования УД; μ_{K_c} – матрица нечеткого отношения схожести УД.

Дальнейшее преобразование матрицы нечетких отношений проводится на основе выполнения операции объединения:

$$\begin{aligned} \mu_R &= \mu_{R_n}(x, x) \vee \mu_{R_c}(x, x) = \\ &= \max \{ \mu_{R_n}(x, x), \mu_{R_c}(x, x) \}. \end{aligned} \quad (9)$$

Тогда структурно-логическая схема (8) может быть определена как:

$$SLS = \langle DOM X_i, \|\mu_R\|, T_{\min i} \rangle, i = \overline{1, n}. \quad (10)$$

Полученная схема в процессе обучения должна быть отражена в сознании специалиста. Этот процесс выразим гомоморфным отношением $\psi: (X, R) \rightarrow M$, где M – образ, который будет сформирован в сознании специалиста [6]. В идеальном случае $(X, R) \equiv M$.

На рисунке проиллюстрирована гомоморфность отношений между элементами SLS и соответствующими элементами M . Однако для использования структурно-логической схемы подготовки специалиста в качестве основы для формирования траекторий обучения еще необходимо учесть информацию о межпредметных связях между УД, которые есть отражение интеграционных процессов в современной науке и практике, а также их влияние на формирование компетенций.

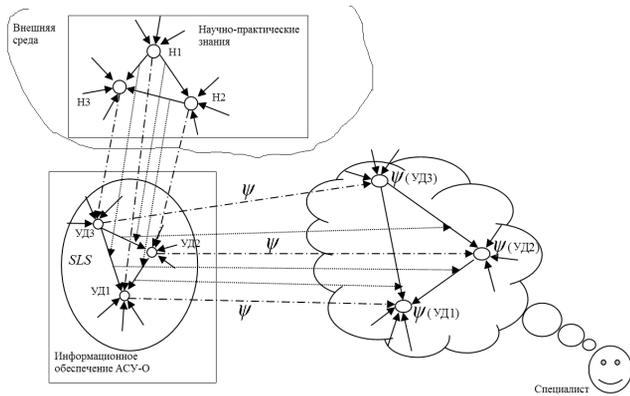


Схема гомоморфных отношений элементов модели SLS

Информационная модель системы межпредметных связей Ее основа – описание взаимосвязей между учебными элементами (УЭ), т.к. именно на этом уровне иерархии УД осуществляется конкретизация в виде соответствующих обучающих воздействий. На основе обобщения использования УЭ, как объекта диагностично заданной цели обучения, объекта внутренних взаимосвязей, объекта межпредметных связей, и в связи с необходимостью установления соответствия блоку содержательного модуля (6), определим структуру УЭ как информационного объекта:

$$NE = \langle N_{NE}, SH_{NE}, \{C_{NE}\}, \{SH_{NB}\} \rangle, \quad (11)$$

где N_{NE} – название УЭ; SH_{NE} – шифр УЭ; $\{C_{NE}\}$ – вектор цели для УЭ; SH_{NB} – шифр учебного блока (УБ), в который входит данный УЭ.

Отметим, что в данной модели не учтено наличие нескольких вложенных структурных единиц учебного материала. Поэтому, на основе модели (11) считаем, что УЭ входят непосредственно в содержательные модули. На практике, как правило, между уровнем УЭ и содержательным модулем могут находиться одна или несколько промежуточных структур. Таким образом, в общем виде, можно определить структуру типового учебного блока (УБ), который содержательно может соответствовать теме, разделу, модулю и пр. Информационная модель такого УБ с учетом взаимосвязей имеет вид:

$$NB_i = \langle N_{NB_i}, SH_{NB_i}, SH_{NB_i}, \{k_{\text{инт}}\}, \|\mu_{R_{LE}}\|, \{\|\mu_{R_{1R2}}\|\}, \{C_{NB_i}\} \rangle, \quad i = \overline{1, n}, \quad (12)$$

где N_{NB_i} – название УБ; SH_{NB_i} – шифр УБ; SH_{NB_j} – шифры блоков, содержащие данный блок как подчиненный; $\{k_{\text{инт}}\}$ – коэффициент интеграции структурных единиц нижележащего уровня иерархии, определяемый на основе использования нейросети [7]; $\|\mu_{R_{LE}}\|$ – матрица нечетких отношений между структурными единицами нижнего уровня иерархии; $\{\|\mu_{R_{1R2}}\|\}$ – матрицы нечетких бинарных отношений между структурными единицами, принадлежащих разным УД (межпредметных); $\{C_{NB_i}\}$ – вектор цели учебного блока.

Информационная модель УБ позволяет унифицированно выделить объект – УБ, с помощью которого возможно дальнейшее описание всех структурных единиц, кроме УЭ, УД. Для отражения межпредметных связей добавим вектор коэффициентов интеграции в модель (6) и получим:

$$ND = \langle N_{ND}, C, \{SH_{ZM}\}, T_{\min}, KR_{\min}, \{k_{\text{инт}}\} \rangle. \quad (13)$$

Таким образом, определение коэффициентов интеграции на каждом уровне обеспечивает информационную связь, образующую модель межпредметных связей без выделения ее в виде отдельного информационного объекта. Следовательно, модель межпредметных связей является распределенной.

Вычисление коэффициентов интеграции осуществляется по одному из двух предлагаемых алгоритмов в зависимости от особенностей процесса планирования обучения.

Восходящий алгоритм состоит из следующих шагов.

Шаг 1. Упорядочить УЭ в пределах одного УБ дисциплины УД1. То же самое выполнить для дисциплины УД2. Упорядочение производится по матрицам смежности.

Шаг 2. Подготовка для заполнения экспертами-преподавателями форм, в которых столбцы и строки соответствуют количеству УЭ соответствующих блоков из разных УД.

Шаг 3. Заполнить ячейки таблицы степенями уверенности экспертов в наличии взаимосвязей между УЭ соответствующих УД.

Шаг 4. Вычислить на основе нейросети $k_{\text{инт}}$.

Шаг 5. Повторить шаги 1–4 для всех пар УБ текущего уровня.

Шаг 6. Повторять шаг 5 для каждого уровня иерархии до тех пор, пока в качестве текущего уровня не окажется уровень УД.

Шаг 7. Стоп.

Восходящий алгоритм по своей сути аналогичен проверочному расчету, его целесообразно использовать при разработке новых УД, формировании рабочих программ и планов для проверки после шага 7 расхождения между полученными и заданными степенями интеграции между УД. При индивидуализированном обучении применение данного алгоритма позволяет, при наличии расхождений, проверять возможность достижения требуемых степеней перекрытия между УД.

Нисходящий алгоритм позволяет получить информацию для оперативного управления, состоит из следующих шагов.

Шаг 1. На основе требуемого вектора интеграции между УД, определяющего достижение формируемой системы компетенций, получаем таблицу входных данных.

Шаг 2. Применить метод реализации модели ассоциативного поиска на основе использования нейронной сети Хопфилда с начальным состоянием в виде таблицы входных данных, конечным состоянием – состоянием равновесия сети.

Шаг 3. Расчет весов и смещений модифицированной сети Хопфилда, сущность которых состоит в выражении силы связи между УБ нижнего уровня.

Шаг 4. Внести полученные значения в соответствующие матрицы межпредметных связей.

Шаг 5. Выполнить замену найденных весов по следующему правилу:

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } w_{ij} \geq \vartheta, \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases} \quad (14)$$

где $w_{ij} \in W$ – матрица весов, ϑ – порог установления целесообразности связи по мнению эксперта.

Шаг 6. Повторить шаги 1–5 для следующих уровней до тех пор, пока в качестве текущего не окажется уровень УЭ.

Шаг 7. Стоп.

Нисходящий алгоритм целесообразно использовать для получения информации при составлении рабочих планирований и реализации межпредметных связей при компетентностном обучении, если экспертами определены требуемые степени интеграции между УД. Полученные результаты в виде количества УЭ из разных УД в одном УБ являются ориентиром для преподавателя при текущем оперативном планировании. При осуществлении индивидуализированного обучения, особенность которого – гибкость определения степени интеграции на основе целевой направленности обучаемого, данный алгоритм обеспечивает преобразование входной информации алгоритма в параметры синергетической модели управления.

Таким образом, информационная модель межпредметных связей является распределенной между унифицированными информационными моделями УЭ, УБ, УД, ее функционирование осуществляется с помощью рассмотренных алгоритмов. Полученная информационная модель позволяет управлять индивидуализированным обучением на основе интеграционных характеристик. Однако, кроме указанных параметров, необходим учет параметров вектора интеллекта, вектора состояний. Поэтому рассмотрим информационную модель обучаемого.

Информационная модель обучаемого в схеме управления есть объект управления. В синергетической модели управления рассмотрена векторная форма характеристики индивидуальных когнитивных особенностей в виде вектора интеллекта [3], состоящего из двух характеристик: f – коэффициента забывания и c – коэффициента умозаключения.

Определение этих характеристик осуществляется двумя способами: тестированием по специально разработанным методикам [8] – в начале обучения и с помощью графоаналитического метода на основе учета скорости сохранения в памяти вершин и ребер графа обучения [9] – в процессе обучения. Для определения успешности обучения в синергетической модели используют также двухмерный вектор состояния (x, y) , где x – относительный объем накопленных зна-

ний, соответствующий относительно количеству вершин графа обучения; y – относительный объем сформированных умений, определяемый относительным количеством дуг графа обучения. Кроме фиксированных значений x , y существенными для принятия управленческих решений есть их прогнозируемые значения, определяемые как двумерные случайные величины [10] на основе графа обучения.

Информационное представление графа обучения выделим в отдельную структуру, поэтому информационная модель обучаемого содержит только ссылку на шифр. В случае индивидуализированного обучения для каждого обучаемого динамично формируется соответствующая последовательность УЭ на протяжении всего процесса обучения.

Таким образом, информационная модель обучаемого имеет вид:

$$MO = \langle \{N_{MO}\}, SH_{MO}, f, c, x, y, x_t, y_t, SH_{lr}, SH_{bh} \rangle, \quad (15)$$

где $\{N_{MO}\}$ – вектор индивидуальных данных обучаемого (например, фамилия, имя и т.д.); SH_{MO} – шифр информационной модели обучаемого; f – коэффициент забывания; c – коэффициент умозаключения; x , y – относительные объемы накопленных знаний и умений соответственно; x_t , y_t – прогнозируемые значения вектора состояния в момент времени t ; SH_{lr} – шифр траектории обучения (индивидуализированная последовательность вершин графа обучения); SH_{bh} – шифр базы данных истории обучения.

Таким образом, информационная модель обучаемого содержит определяющие сведения для функционирования АСУ-О. Модель – динамическая, так как содержит только текущие значения вектора состояний. Алгоритм обновления значений x , y состоит из следующих шагов:

Шаг 1. Если имело место изменение значений x или y ($FLAG = 1$), выполнить вычисления значений параметров вектора состояний x , y .

Шаг 2. Внести полученные значения в модель обучаемого.

Шаг 3. Установить индикатор переключения $FLAG = 0$.

Шаг 4. Добавить текущие значения x , y в базу данных истории обучения.

Шаг 5. Внести значения, зафиксированные на шаге 1, в модель обучаемого.

Шаг 6. Стоп.

В случае осуществления группового обучения в качестве объекта управления целесообразно рассмотреть вектор интеллекта, вектор состояния группы. При этом под моделью обучаемого понимают группу, обучаемую по единой траектории обучения одинаковыми управляющими действиями (например, при проведении аудиторных занятий). При условии возможности формирования гомогенных групп (с одинаковыми целями на основе определения интеллектуальных способностей) алгоритм формирования цели определяется по следующему алгоритму:

Шаг 1. Подготовка форм для тестирования.

Шаг 2. Получение результатов тестирования.

Шаг 3. Применение нейронной сети со словом Кохонена для выполнения процедуры кластеризации [11].

Шаг 4. На основе полученных результатов выполнить, используя базу данных, определение параметров целей для каждой из полученных групп.

Шаг 5. Внесение параметров целей в модель графа обучения соответствующей гомогенной группы.

Шаг 6. Стоп.

Если обучение происходит в индивидуальном режиме, то последовательность УЭ может быть более гибкой в сравнении с регламентированным традиционным обучением. Особенно актуальна автоматизация построения индивидуальных последовательностей для систем и обучающих сред, реализующих принцип «обучения для всех», т.е. обучения на протяжении всей жизни. Индивидуализированный граф обучения назовем стратегией обучения. Источником получения информации является результат срабатывания одного цикла управления АСУ-О. Формирование графа обучения (начальной последовательности УЭ) осуществляется на основе модели содержания, объединяющей модели УЭ, УБ, УД. Параметры этой модели мо-

гут динамично изменяться вследствие как внешних возмущений (изменение требований к компетенциям), так и внутренних (изменение направления подготовки по инициативе обучающегося, изменение доступных ресурсов и т.д.). Кроме последовательности УЭ, модель содержит сведения о запланированном и фактически использованном времени обучения, запланированных и фактически достигнутых показателях целей обучения. При реализации процесса обучения в электронных формах модель содержит ссылки на соответствующий контент, структура которого определяется стандартом на образовательные ресурсы.

Таким образом, *информационная модель стратегии обучения* имеет следующий вид:

$$SN = \langle SH_{MO}, \{SH_{NE}\}, \{t_{NE}^{план}\}, \{t_{NE}^{факт}\}, \{C_{NE}^{план}\}, \{C_{NE}^{факт}\}, [SH_{cn}] \rangle, \quad (16)$$

где $\{t_{NE}^{план}\}, \{t_{NE}^{факт}\}$ – запланированное и фактически использованное время изучения УЭ соответственно; $\{C_{NE}^{план}\}, \{C_{NE}^{факт}\}$ – планируемые и фактические параметры вектора цели соответственно; $[SH_{cn}]$ – шифр контента УЭ (для электронного обучения).

Информационная модель контента для электронного обучения формируется на основе понятия учебного объекта, используемого, в частности, в дистанционном обучении [12], [13].

Заключение. Сформирована структура и определено взаимодействие между основными элементами информационного обеспечения, необходимого для эффективного функционирования АСУ-О. Информационная модель АСУ-О включает в себя следующие элементы – информационные модели системы компетенций, учебной дисциплины, учебного элемента, межпредметных связей, обучающегося, стратегии обучения. Получены структуры этих элементов, определены информационные взаимосвязи между ними с учетом особенностей компетентностного обучения на основе регламентирующих квалификационных требований. Предложена структурно-логическая схема подготовки специалиста, содержащая матрицу нечеткого отноше-

ния предшествования, матрицу нечеткого отношения схожести, с помощью которых определяется последовательность изучения учебной дисциплины. Введен дополнительный – промежуточный структурный элемент – информационная модель учебного блока, на основе которого можно унифицировать описание вложенности структурных разделов учебного материала.

Особенности информационной модели межпредметных связей состоят в ее динамичности, распределенном характере, наличии структурных элементов – матрицы нечетких бинарных отношений и коэффициентами интеграции. Разработаны два вида алгоритмов для определения коэффициентов интеграции, определены условия их использования.

Разработана информационная модель обучающегося, как объекта синергетической модели управления, алгоритм обновления ее параметров. Индивидуализация обучения на информационном уровне достигается за счет поддержания в корректном состоянии параметров информационной модели стратегии обучения, особенностью которой является фиксация плановых и фактических значений параметров времени, целей обучения, наличие ссылок на соответствующий контент для реализации управления по отклонению.

Дальнейшим *перспективным* развитием данного подхода является совершенствование процедур извлечения и структурирования необходимых экспертных знаний для функционирования АСУ-О.

1. Гриценко В.И. Новые информационные технологии в образовании для всех: интеграция науки и образования // Сб. тр. Пятой междунар. конф. «Новые информационные технологии для всех: учебные среды». – К.: IRTC, 2011. – С. 13 – 22.
2. Модели и алгоритмы концептуального проектирования автоматизированных систем управления / Д.В. Богданов, Е.Б. Мазиков, О.Б. Неилко и др. – М.: Компания Спутник+, 2004. – 323 с.
3. Мазурок Т.Л. Синергетическая модель индивидуализированного управления обучением // Математические машины и системы. – 2010. – № 3. – С. 124–134.
4. Мазурок Т.Л. Прогноз вектора состояний гомогенных групп обучаемых // Искусственный интеллект. – 2011. – № 4. – С. 424–435.

Окончание на стр. 48.

5. Мельников В.П. Информационное обеспечение систем управления. – М.: Академия, 2010. – 336 с.
6. Белова Л.А., Метешкин К.А., Уваров О.В. Логико-математические основы управления учебными процессами высших учебных заведений. – Харьков: Вост.-регион. центр гуманит.-образов. инициатив, 2001. – 272 с.
7. Мазурок Т.Л. Нейромережева реалізація інтелектуальної підтримки прийняття рішень в автоматизованому управлінні навчанням // Системні дослідж. та інформ. технол. – 2011. – № 3. – С. 88–101.
8. Дружинин В.Н. Структура психометрического интеллекта и прогноз индивидуальных достижений // Интеллект и творчество: Сб. науч. тр. / РАН. Ин-т психологии. – М., 1999. – С. 5–29.
9. Мазурок Т.Л. Графоаналитическое прогнозирование синергетического управления обучением // Наук. пр. ОНАХТ. Сер. Техн. науки. – Одеса, 2010. – 38. – Т. 1. – С. 365–371.
10. Мазурок Т.Л. Модель прогнозирования параметров управления индивидуализированным обучением // УСиМ. – 2011. – № 4. – С. 64–71.
11. Мазурок Т.Л. Интеллектуализация управления обучением на основе нейро-нечеткой кластеризации // Искусственный интеллект. – 2008. – № 1. – С. 19–24.
12. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем. – М.: Филинь, 2003. – 616 с.
13. Кузин Д.А. Инфолингвистическая модель представления образовательного контента. – http://surgut.openet.ru/public/inf_model.htm

E-mail: Mazurok62@mail.ru
© Т.Л. Мазурок, 2012