

УДК 378.147.227

## ОБУЧЕНИЕ КАК СЛОЖНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ

*Данченко А.Л.*

*Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля, г. Луганск  
E-mail: [danchenko.alla@fcs.snu.edu.ua](mailto:danchenko.alla@fcs.snu.edu.ua)*

### *Аннотация*

*Данченко А.Л. Обучение как сложная система управления.* В статье рассматривается вопрос организации компьютеризированной системы обучения как системы управления учебной деятельностью обучаемого и методической деятельностью преподавателя.

**Общая постановка проблемы.** Современное образование использует достижения в области информационных технологий, что позволяет организовать учебную деятельность более эффективно с помощью различных средств автоматизации обучения. Преподавание с помощью компьютеризированных обучающих систем требует проведения научных исследований и объединяет в себе знания по дидактике, психологии, искусственному интеллекту, управлению, информационным технологиям.

**Постановка задач исследования.** Использование автоматизированных обучающих систем (АОС) ставит задачу исследования и формализации изучаемой предметной области, визуализации, активизации и контроля учебной деятельности обучаемого (Ученика), при этом обучающие задачи должны быть максимально близки к реальным задачам, а сама АОС должна учитывать индивидуальные особенности Ученика. Такой подход подразумевает большой объем методической работы и методологических исследований и требует организации не только работы Ученика, но и преподавателя (Учителя).

Таким образом, компьютеризированной системы обучения как системы управления учебной деятельностью обучаемого и методической деятельностью преподавателя является актуальной задачей.

### *Решение задачи и результаты исследований*

Для решения поставленной задачи был выполнен анализ существующих моделей обучения. Задача обучения как задача управления сформулирована в [1]. Назовем ее модель Растригина. В этом случае Ученик выступает в качестве объекта управления, а Учитель или обучающее устройство – в качестве источника управления.

Модель Растригина положена в основу работ [2, 4, 5, 6]. В [2, 4, 5] рассмотрены модели, основанные на запоминании-забывании, исследуются возможности и особенности человеческой памяти. Так, в предложенных моделях учитываются параметры забывания. Отличия идеальной и реальной памяти представлены в виде кривых на рис. 2.1 [6].

В [2] реализована модель диалога тьютора-ученика на основе его когнитивного профиля. Предложенная модель предполагает наличие набора учебных материалов, удовлетворяющих каждому типу пользователя (определено 20 когнитивных типов). Модель не учитывает изменения ученика в процессе обучения и основана на результатах первичного входного тестирования.

В [4] используется эффект мультилингвистической ассоциативности понятий, предложенная модель предназначена для быстрого заучивания содержимого лингвистических словарей, учитывает параметры запоминания и забывания. Недостаток модели: не используются свойства долговременной памяти человека и «понимание»

материала, качественное усвоение в виде навыка важнее для обеспечения «прочности» знаний, чем заучивание и удержание в памяти за счет повторений [8, 9].

В [6] обозначена проблема «быстрой» и «долговременной памяти» человека, определена необходимость использования семантических связей между понятиями. Модель ученика основана на вероятностных весовых коэффициентах, определенных для семантических связей между концептами его модели. Анализ структуры модели Учение определяет ошибочные семантические связи между концептами, имеющимися у обучаемого для внесения соответствующих корректив в процесс обучения. Понятие среды обучения подменяется набором требований к знаниям Ученика. Учитывается только семантика между парами концептов, что не соответствует действительности, так как реальные знания организованы сложнее. Для успешного обучения необходим полный перебор пар изучаемых концептом, при этом семантика между отдаленными концептами не может быть определена.

Наиболее эффективным способом усвоения знаний является получение знаний через деятельность. Деятельностный подход рассмотрен в [8, 9] и состоит в том, что усвоение знаний происходит одновременно с усвоением способов действий с ними. Приобрести знание – значит выполнить над ним какую-то работу, поэтому любое обучение должно сопровождаться деятельностью, причем, чем больше ошибок совершит Ученик в процессе обучения, тем больше знаний он усвоит. Поэтому модель Ученика содержит в себе поведенческую модель, нормативную модель, модель ошибок.

Поведенческая модель содержит текущие знания об Ученике. Нормативная – знания о том, что должен знать Ученик. При этом необходима формализация и структурное представление учебного материала. Модель ошибок – вероятностная модель, предполагающая разработанный заранее набор ошибок, которые могут быть проработаны в процессе обучения.

Для эффективной организации обучения необходимо управлять не только учебной деятельностью Ученика, но и методической деятельностью преподавателя.

Используя модель Растригина в качестве базовой модели и концепцию деятельностного подхода, построим АОС как методологический инструмент преподавателя для управления учебной деятельностью Ученика. Учитывая двунаправленность учебного процесса, система имеет вид, изображенный на рис 1. АОС является дополнительным звеном, реализующим индивидуализацию учебного процесса на основе результатов наблюдения за Учеником и взаимодействия с ним, а также предоставляет информацию преподавателю о состоянии учебного процесса.

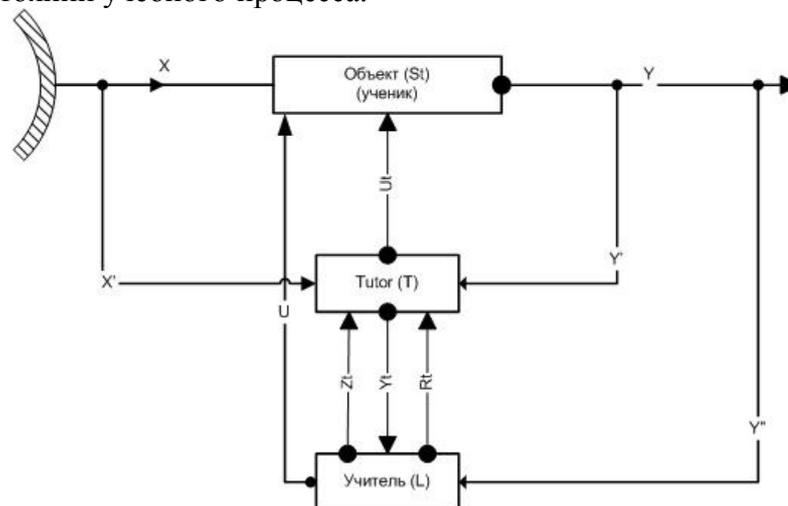


Рисунок 1. Схема взаимодействия Учителя, Ученика и АОС

Согласно [9] прочность, выживаемость знаний в большей мере связаны со способом получения этих знаний. Гораздо эффективнее пройти весь цикл усвоения знаний, чем

воздействовать на кратковременную память путем запоминания информации. В этом случае знаний отрывочны, хаотичны и быстро забываются.

Разрабатываемая АОС предназначена для исследований в области преподавания различных дисциплин и оптимизации учебного курса на основе данных об Учениках.

АОС воздействует на 2 объекта Ученика и Учителя. Поэтому наборы целей разные, но взаимосвязанные друг с другом.

Цели любого управления представимы в виде:

$$Z^* = \begin{cases} \varphi_i \leq a_i, (i = 1, \dots, k_1) \\ \psi_j = b_j, (j = 1, \dots, k_2) \\ \eta_l \rightarrow extr, (l = 1, \dots, k_3) \end{cases} ,$$

где  $\varphi_i$ ,  $\psi_j$ ,  $\eta_l$  – критерии функционалы, определяемые на состояниях объекта.

Цели по отношению к Ученику являются требованиями к обученному Ученику. Поэтому для  $Z_{st}$ :

- цель-неравенство  $\varphi_i \leq a_i$  как ограничение по времени (дата, до которой  $i$ -й материал должен быть изучен);
- цель-равенство  $\psi_j = b_j$ , как набор задач, обязательных для изучения и проработки в виде нормативной модели Ученика по текущей дисциплине;
- $\eta_l$  – уровень знаний в виде оценки стремится к максимуму.

Цели по отношению к преподавателю  $Z_L$  состоят в обеспечении АОС учебными материалами, удовлетворяющих условиям:

- цель-неравенство  $\varphi_i \leq a_i$  противоречия в структуре материалов, петли, обращения за разъяснением к системе или к преподавателю;
- цель-равенство  $\psi_j = b_j$ , как наличие полного набора базовых понятий, необходимых для изучения и проработки обязательного набора задач более высокого уровня нормативной модели Ученика;
- $\eta_l$  – уровень активной деятельности Ученика при изучении  $l$ -го материала стремится к максимуму.

Цели Ученика  $Z_{st}$  невозможно достичь без  $Z_L$ , однако показателем эффективной работы АОС является обеспечение системой достижений цели Ученика. Таким образом, цель системы  $Z^*$  является нелинейной и функционально зависит от целей учеников и преподавателя:

$$Z^* = f\left(\sum_{i=0}^n Z_{st}, Z_L\right)$$

Выделим ту часть объекта, состояние и регулирование которой интересует для достижения поставленных целей.

**Параметры Ученика.** Наблюдая за Учеником, можно идентифицировать проблемные темы и понятия, время отклика на задание, время выполнения задания, частоту обращения за помощью, внимание при выполнении заданий. Здесь важно ускорение темпов работы с изученным понятием, что свидетельствует о формировании навыков применения данного понятия. Зная эти параметры, АОС адаптирует подачу материалов так, чтобы обеспечить усвоение материала. Отклонения от среднего в поведении Учеников определяет проблемные области методического обеспечения курса.

**Параметры Учителя.** Согласованность структуры учебного материала, усвояемость тех или иных материалов, деятельностная активность Ученика, сумма оценок операций, необходимых для усвоения ОИ.

Для эффективного функционирования АОС нужна непротиворечивая структура учебного материала. Семантические сети наиболее близки к долговременной памяти человека, при этом обеспечивают наглядность и необходимое разнообразие типов связей.

В АОС используется обучающая информация (ОИ) в виде задач, примеров, лекций, правил, видеоматериалов и т.д. Разрабатываемая модель предназначена для усвоения учебных материалов различного характера и основана на семантике ОИ. ОИ может использоваться непосредственно либо косвенно через другие ОИ, так как изученная информация используется в дальнейшем как основа для получения новых знаний. ОИ определяется структурой понятий, задействованных в нем, и описываются метазнаниями для формирования семантических связей. Структуру базы знаний учебных материалов удобно представить в виде семантического графа  $G(V, X)$ , где  $V$  – вершины (понятия),  $X$  – ребра (типы связей между понятиями).

Тогда любая ОИ есть подграф, определяющий набор понятий, необходимый для усвоения данной ОИ.

Связи между вершинами устанавливаются на основе типов связей: гипонимия, меронимия, синонимия. Отдельным типом связи является связь типа «Порядок изложения», которая обусловлена спецификой обучаемой системы. Такие связи необходимы при планировании обучения для исключения ситуации несвоевременной подачи ОИ (новое знание должно базироваться на ранее усвоенных знаниях, иначе знание будет не усвоено либо усвоено неверно). Данный тип связи аналогичен связи типа ВЫШЕ-НИЖЕ и обеспечивает распределение понятий по уровням. Такая связь устанавливается ранжировкой с помощью метода попарных сравнений (такое решение принять легче во время построения курса или разработки ОИ):

- 0 – базовое понятие, уровень НИЖЕ
- 1 – основано на базовом понятии, уровень ВЫШЕ
- 0.5 – одинаковый уровень

В случае обнаружения противоречия система активирует запрос всем экспертам (преподавателям-разработчикам, использующим данное понятие в своем курсе), участвующих в формировании уровня понятия и принимает окончательное решение по уточненным рангам.

Выделение структуры графа позволяет получить наглядное представление части курса и выполнить ручную корректировку связей.

Тогда модель Ученика будет содержать:

- нормативную модель в виде подграфа дисциплины;
- текущую модель знаний в виде подграфа, где вершины – изученные понятия;
- пополняемую модель эвристик (модель запланированных ошибок и стратегий поведения АОС в текущей ситуации).

Управление состоит в достижении усвоения ОИ за установленный промежуток времени. Разница в структуре нормативной модели и текущей модели знаний ученика компенсируется за счет оптимальной траектории изучения дополнительного понятия.

При выполнении условий  $\varphi_i$  и  $\psi_j$  Ученик переходит к выполнению более сложных заданий, тем самым выполняется экстремализация  $\eta_i$ . Таким образом, Ученик всегда достигает необходимого и достаточного уровня знаний. Чем быстрее и успешнее Ученик справляется с заданиями, тем больше задач он успеваеет решить и тем выше оценка его уровня знаний.

В случае невозможности достижения Учеником нормативной модели выполняется обращение к модели преподавателя и может производиться корректировка целей (время обучения, набор обязательных понятий, структура нормативной модели Ученика).

В случае обнаружения противоречивостей в структуре курса или получения неудовлетворительных статистических характеристик также производится управляющее воздействие на преподавателя с целью минимизировать противоречие семантических связей, повысить активность деятельности Ученика при изучении понятия (минимизировать декларативность знаний), устранить тавтологию действий (повторение однотипных манипуляций, устранение петель графов структуры учебных материалов).

### **Выводы**

Представленная АОС, как система управления обучением, обеспечивает совершенствование изучаемого курса, оперирование различными моделями учебного процесса, индивидуализацию обучения, достижение максимального уровня знаний.

### **Список литературы**

1. Растрингин Л. А. Адаптация сложных систем. – Рига: Зинатне, 1981. — 375 с.
2. Піскун О. В. Методи та засоби моделювання когнітивної поведінки користувача в адаптивних комп'ютерних системах. Дис. ... канд. техн. наук (05.13.06)/Піскун О.В./Институт проблем моделювання в енергетиці НАН України., – Київ, – 2000.
3. Бойкова В. О. Моделі і методи створення інформаційних технологій навчання: Дис. ... канд. техн. наук (05.13.06)/ Бойкова В. О. /Херсонський держ. технічний ун-т. – Херсон., 2001. – 260 с.
4. Ковалев И.В., Карасева М.В., Суздалева Е.А. Системные аспекты организации и применения мультилингвистической адаптивно - обучающей технологии/ Educational Technology & Society. –2002. – 5(2). – с. 198-212. Режим доступа: [http://ifets.ieee.org/russian/depository/v5\\_i2/html/3.html](http://ifets.ieee.org/russian/depository/v5_i2/html/3.html)
5. Rastrigin V. Statistical estimation of the parameters of training models/Transport and Telecommunication. – 2002. – N1, Vol 3. – p. 62-67. Режим доступа: [http://www.tsi.lv/Transport&Telecommunication/v31\\_en/art09\\_Rastrigin.pdf](http://www.tsi.lv/Transport&Telecommunication/v31_en/art09_Rastrigin.pdf)
6. Алексеев В.Д. Адаптивное обучение на основе смыслового содержания знаний. Вестник Казахского технического университета имени К.И. Сатпаева. Режим доступа: <http://vestnik.ntu.kz/?q=ru/newspaper>
7. Растрингин Л.А. Современные принципы управления сложными объектами. – М.: Сов. радио, 1980. – 282 с.
8. Атанов Г.А., Пустынникова И. Н. Обучение и искусственный интеллект или Основы современной дидактики высшей школы. – Донецк.: Издательство ДООУ, 2002. – 504 с.
9. Атанов Г.А. Деятельностный подход в обучении. – Донецк, «ЕАИ-пресс», 2001. – 160 с.