

## ДИДАКТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

© 2020 Соловов А.В.<sup>2</sup>, Меньшикова А.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Самарский университет государственного управления  
«Международный институт рынка», г. Самара, Россия

<sup>2</sup>Самарский университет, г. Самара, Россия

В статье проанализированы различные виды интерактивности, повышающие роль и значимость обучающегося в определении содержания и управлении процессом обучения. Обсуждена адаптивная поддержка обучающихся на основе их индивидуальных «цифровых следов» и алгоритмов искусственного интеллекта.

Ключевые слова: цифровая образовательная среда, электронное обучение, онлайн-обучение, онлайн-курсы, дидактические системы.

Многие учебные заведения создают собственные цифровые образовательные среды (ЦОС).

В разработке, развитии и эксплуатации ЦОС любого уровня (федерального, регионального, учебного заведения), наряду с вопросами организационно-технического характера, весьма значимы и дидактические аспекты проектирования и функционирования ЦОС.

В данной статье рассматривается концептуальная дидактическая модель ЦОС, основанная на адаптации более ранних разработок авторов по созданию и эксплуатации электронных образовательных ресурсов [5, 6, 8] применительно к современным трендам электронного обучения.

Рассмотрим некоторые исходные предпосылки. Рост интереса к сущности знания в условиях информатизации общества привел к выявлению его неоднородности. В ходе исследований по проблемам методологии науки было предложено различать явные и неявные знания [4]. В дальнейшем в связи с активизацией исследований проблем искусственного интеллекта, в частности экспертных систем, эти вариации знания были названы артикулируемыми и неартикулируемыми [10].

Артикулируемая часть знания относительно легко поддается превращению в информацию, которая является удобным средством передачи знаний от учителя к ученику. Неартикулируемая часть знания представляет собой тот неосознаваемый, но очень важный личностный компонент знания, который в ряде исследований принято называть компетенциями [9]. Эта часть знания охватывает умения, навыки, интуитив-

ные образы и другие формы личностного опыта, которые не могут быть переданы непосредственно от учителя к ученику. Они могут быть «добыты» учеником лишь в ходе самостоятельной учебной деятельности по решению практических задач.

В исследованиях проблематики искусственного интеллекта выделяют два больших класса компьютерных систем - системы декларативного и процедурного типов [2]. Следуя этой классификации, будем называть электронные средства обучения для поддержки процесса освоения артикулируемой части знания декларативными. К их числу могут быть отнесены системы, позволяющие накапливать, хранить и передавать информацию учебного назначения с помощью детерминированных, заранее подготовленных алгоритмов обучения.

Электронные системы для поддержки процесса освоения неартикулируемой части знания будем называть процедурными. Эти системы не содержат овеществленное знание в виде информации. Они построены на основе математических моделей, которые позволяют учащимся получать (добывать) знания о свойствах изучаемых объектов или процессов.

Заметим, что не следует отождествлять понятие артикулируемой и неартикулируемой частей знания с понятием соответственно формализованных и неформализованных знаний. Нередко и неформализованные знания можно представить в овеществленном виде например в виде описания эвристических приемов, и передать их ученику с помощью систем декларативного типа.

Рассмотрим классификацию по этапам познавательной деятельности. В качестве еще одного из оснований классификации электронных обучающих средств будем использовать следующую рубрикацию этапов познавательной учебной деятельности:

- 1) восприятие, первоначальное знакомство с учебным материалом;
- 2) осмысление и фиксация знаний;
- 3) формирование личностного опыта (умений, навыков, профессионально-ориентированной интуиции);
- 4) проектно-исследовательская, поисковая учебная деятельность.

В соответствии с этими этапами электронные обучающие средства можно классифицировать по четырем основным группам.

Первая группа включает средства декларативного типа: электронные копии печатных материалов, графические, аудио- и видеоматериалы, VR, AR (виртуальная и дополненная реальность) и другой мультимедиа контент. Электронные копии печатных материалов обычно содержат теорию по теме в виде учебного текста и графических иллюстраций к нему, рекомендации для преподавателей и учащихся, сборники задач для других видов электронных систем обучения. Особо выделим столь модные в последнее время видеолекции, в которые можно интегрировать различные учебные материалы, а не только «говорящую голову». Мультимедиа контент здесь крайне важен для формирования в сознании учащихся «правильного» образа изучаемого объекта или процесса. Дидактический потенциал этих видов электронной поддержки обучения - первоначальное знакомство с учебным материалом (его восприятие).

Вторую группу также отнесем к средствам декларативного типа. Это электронные учебники, виртуальные учебные кабинеты и системы компьютерного тестирования, основные дидактические функции которых - осмысление, закрепление и контроль знаний.

Под термином «Электронный учебник» (ЭУ) будем здесь понимать программно-информационную систему, предназначенную для самостоятельной теоретической подготовки с помощью компьютера и содержащую структурированную учебную мультимедиа информацию, упражнения для ее усвоения, тесты для самоконтроля и интерактивные

компьютерные программы, реализующие сценарии учебной деятельности по восприятию, осмыслению и закреплению знаний. Таким образом, электронный учебник содержит не только информационную часть, но и программные средства, позволяющие проводить самоконтроль знаний и интерактивный компьютерный тренинг по сценариям, заданным разработчиками ЭУ.

Учебные виртуальные кабинеты сходны по подготовке и работе с ними с электронными учебниками. Но они выделены в отдельный вид учебного электронного ресурса, поскольку их содержательными прототипами являются не первоисточники на бумаге, а натурные экспонаты реальных учебных кабинетов. Это могут быть технические, археологические, медицинские, биологические объекты, собранные и препарированные соответствующим образом для их изучения. Такие кабинеты имеют большое значение в профессиональной подготовке [9].

В третью группу электронных обучающих средств могут входить интеллектуальные тренажеры, виртуальные учебные лаборатории и другие подобные компьютерные системы, отличительными особенностями которых являются математические модели изучаемых объектов или процессов и дидактический интерфейс, поддерживающий учащихся при решении специально подобранных учебных задач в режиме управляемого детерминированного исследования. Основное дидактическое назначение этих средств поддержки обучения - формирование и развитие неартикулируемой части знаний (профессионально-ориентированных умений, навыков, интуиции), исследование свойств изучаемых объектов или процессов [1].

Четвертую группу составляют компьютерные системы автоматизации профессиональной деятельности или их учебные аналоги, например, системы автоматизации проектирования, производства, инженерных расчетов (CAD, CAM, CAE). Они могут использоваться учащимися для решения различных задач по изучаемой теме, возникающих, например, в ходе курсового или дипломного проектирования. Процесс учебной работы проходит при этом в режиме свободного исследования и близок по своему характеру к профессиональной деятельности специалиста.

Рассмотрим дидактическую модель цифровой образовательной среды. Наиболее эффективным в дидактическом плане является интеграция рассмотренных групп электронных обучающих средств по каждой учебной дисциплине в рамках ЦОС (рис. 1).

При этом рациональная, дидактически обоснованная последовательность обучения предполагает следующий порядок учебной работы с такими электронными ресурсами:

1) первоначальное знакомство с учебным материалом с помощью электронных копий печатных материалов, аудио- и видеозаписей, видеолекций, VR, AR и другого подобного мультимедиа контента;

2) осмысление и закрепление теории с помощью ЭУ, виртуальных учебных кабинетов, контроль знаний по теории с помощью систем компьютерного тестирования;

3) формирование и развитие практических умений, профессионально-ориентированной интуиции на тренажерах, проведение учебных исследований в виртуальных лабораториях;

4) решение профессионально-ориентированных учебных задач по тематике учебной дисциплины в курсовом и дипломном проектировании с помощью систем автоматизации профессиональной деятельности.

Таким образом, различным электронным компонентам ЦОС определена своя дидактическая ниша в соответствии с их возможностями.

Заметим, что в рамках данной модели не рассматривается физическое размещение ЦОС. В учебном заведении это могут быть собственные технические средства либо арендуемые в облаке, то же самое относится к инструментальным программным системам и, что существенно, к используемым электронным ресурсам [7].



Рисунок 1 – Дидактическая модель цифровой образовательной среды

Рассмотрим интерактивность ЦОС. Важнейшим перспективным трендом в развитии электронного обучения является SMART-образование. Одна из базовых идей SMART-образования – главенствующая роль обучающегося в определении содержания и управлении процессом обучения, подкрепленная развитыми электронными ресурсами и технологиями.

Анализируя рассмотренные группы электронных обучающих средств с позиций одного из важнейших, особенно для систем электронного обучения, дидактических принципов — принципа активности и самостоятельности учащихся, можно выделить ряд следующих интерактивных элементов:

- в первой группе - это самостоятельный выбор учащимися учебного материала, управление элементами мультимедиа, VR и AR контента;
- во второй группе - выбор учебного материала и режимов учебной работы, ответы на вопросы и выполнение упражнений, управление иллюстрациями (flash, vml), видеоклипами;
- в третьей группе - выбор заданий из сборника, выбор алгоритмов или виртуальных приборов, настройка их параметров, генерация эвристических решений и их экспериментальная проверка, анализ результатов и корректировка решений;
- в четвертой группе - формулировка задач и планирование этапов их решения, построение математических моделей, выбор и настройка алгоритмов, анализ результатов, корректировка математических моделей, переформулировка исходных условий и формулировок задач.

Заметим, что роль и дидактическая значимость интерактивных элементов возрастает от первой группы к четвертой, как в количественном, так и в качественном отношении. При этом реализуются и другие основополагающие дидактические принципы:

- доступность;
- систематичность и последовательность;
- преемственность;
- связь теории с практикой;
- профессиональная направленность обучения.

Особо выделим интерактивность мультимедиа. Компьютер как средство пассивного отображения объектов мультимедиа не обладает принципиальной новизной в дидактическом плане. Принципиально новой для сферы обучения является интерактивность, благодаря которой учащиеся могут в процессе анализа мультимедиа объектов динамически управлять их содержанием, формой, размерами и цветом, рассматривать их с разных сторон, приближать и удалять, останавливать и вновь запускать с любого места, менять характеристики освещенности и проделывать другие подобные манипуляции, добиваясь наибольшей наглядности. Желательно иметь также возможность выбирать форму визуального представления информации.

Возможность управлять мультимедиа объектами активизирует учебную деятельность учащихся. Учащийся может передвигать иллюстрации по экрану, размещая в наиболее удобном для него месте, компоновать их вместе с текстом, закрывать и вновь открывать, прочитывать текст, параллельно рассматривая нужные ему иллюстрации и т.п. Таким образом создаются предпосылки для наиболее удобного, причем индивидуально для каждого учащегося, восприятия учебной информации.

Следовательно, интерактивность предоставляет возможности не только для пассивного восприятия информации, но и для активного исследования характеристик мультимедиа моделей изучаемых объектов или процессов. Процесс учебной деятельности при этом даже в электронных учебниках приближается по своим дидактическим условиям к работе с компьютерными системами процедурного типа. Поэтому интерактивность придает мультимедиа когнитивный характер, вносит игровые и исследовательские компоненты в учебную работу, естественным образом побуждает учащихся к глубокому и всестороннему анализу свойств изучаемых объектов и процессов [8].

Рассмотрим программный инструментальный цифровой образовательной среды. ЦОС может включать широкий спектр инструментальных программных систем для подготовки и эксплуатации электронных обучающих средств. Это системы общего назначения:

текстовые и графические редакторы, аниматоры, программы оцифровки аудио/видео, инструментальные среды программирования. Создание электронных учебников удобно вести в специализированных для этой цели авторских системах. Интеграцию различных обучающих средств и их эксплуатацию обычно осуществляют в системах управления обучением (Learning Management System – LMS), на платформах онлайн-обучения. Особые перспективы связывают ныне с инструментарием для подготовки и эксплуатации VR и AR контента.

В рамках одной учебной дисциплины различные компоненты ЦОС могут быть использованы в виде локальных модулей либо интегрироваться в онлайн-курсы. При этом для разных специальностей и направлений профессиональной подготовки степень полноты использования этих компонентов также может быть различной, в зависимости от дидактических целей. Например, при изучении сопротивления материалов в машиностроительных специальностях целесообразно использовать весь спектр электронных средств поддержки обучения, обеспечивающий подготовку от первоначального знакомства с учебным материалом до решения нетиповых проектных задач с помощью САЕ-систем, т.е. электронные средства обучения всех четырех групп ЦОС (рис. 1), а при подготовке специалистов по радиотехническим специальностям целью изучения может быть только знакомство с учебным материалом этой дисциплины, для чего потребуются соответствующие электронные средства лишь из первой группы ЦОС.

Рассмотрим роль и место искусственного интеллекта в ЦОС. Обучение обычно определяют как управление познавательной деятельностью учащихся с целью формирования у них определенных знаний, умений и навыков, развития личностных качеств. Исходя из такого определения, можно сформулировать две задачи оптимального обучения. Первая задача заключается в максимизации уровня обученности при ограничениях (сверху) на время обучения, вторая - в минимизации времени обучения при ограничениях (снизу) на уровень обученности.

Решение задач оптимального обучения базируется на адаптации, которую нередко

называют интеллектуализацией автоматизированных обучающих систем, а соответствующие обучающие системы интеллектуальными. Адаптация в таких системах реализуется посредством использования знаний о предметной области, обучаемом и стратегиях обучения для обеспечения гибкой индивидуализированной учебной деятельности. Важным компонентом адаптации являются математические модели процессов автоматизированного обучения, позволяющие прогнозировать результаты и оптимизировать саму процедуру (алгоритм) обучения.

Начало формальным подходам к моделированию процессов обучения было положено в конце XIX века. Сначала исследовались модели, основанные на асимптотических кривых, в дальнейшем развивались стохастические модели.

Результаты этих исследований послужили фундаментом для развития работ в 70-80-е годы прошлого столетия по моделированию процессов компьютерного обучения в направлении разработки и реализации адаптивных алгоритмов функционирования автоматизированных обучающих систем (АОС). Адаптация в АОС предполагает учет индивидуальных особенностей учащихся и выбор оптимальных параметров учебного материала, т.е. решение задач оптимального обучения.

Дальнейшее развитие адаптивных АОС привело в конце 80-х годов к концепции экспертных и интеллектуальных обучающих систем. Такие системы основываются на моделях предметной области, обучаемого и процесса обучения. В 90-х годах эта концепция развивалась на основе технологий гипертекста и гипермедиа. Системы адаптивной гипермедиа формируют индивидуальную модель пользователя и применяют ее для адаптации к этому пользователю, адаптируя содержание гипермедиа-страницы к уровню знаний и целям пользователя или предлагая наиболее подходящие гиперссылки для дальнейшей навигации.

На рубеже 90-х и 2000-х годов идеи интеллектуализации и соответствующие математические модели начинают применяться в системах электронного, в том числе сетевого обучения.

В частности, предложенные Солововым А.В. методики и конкретные математические модели содержания и процессов электронного обучения могут быть полезны при разработке различных компонентов ЦОС. Позволяют более обоснованно подходить к проектированию процессов обучения в ЦОС, планированию различных видов помощи, формулировке требований к структуре учебного материала, определению количества и типов упражнений для его усвоения. Они могут встраиваться непосредственно в ЦОС и использоваться как средства интеллектуального управления. Используя «цифровой след» учащегося (результаты его предшествующего обучения, его предпочтения, психотип, уровень способностей, степень утомления), формировать индивидуальную траекторию обучения, предъявлять необходимый для изучения учебный материал, выбирать тип и количество упражнений для его освоения, виды оказываемой помощи, планировать и выбирать минимально необходимое количество тестов для контроля.

Резюмируя материал данной статьи, можно сделать следующие выводы:

- 1) в проблематике цифровых образовательных сред весьма значимыми являются дидактические аспекты их проектирования и функционирования;
- 2) содержательное наполнение таких сред должно включать комплексы электронных обучающих средств, обеспечивающих полноценную проработку учебного материала на разных целевых уровнях усвоения – от первоначального знакомства до решения нетиповых профессионально ориентированных задач;
- 3) наряду с главенствующей ролью обучающихся в определении содержания и управлении процессом обучения, им должна быть обеспечена адаптивная к индивидуальным «цифровым следам» интеллектуальная поддержка в выборе оптимальной траектории обучения на основе алгоритмов искусственного интеллекта.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Комаров В.А., Соловов А.В. АОС и инженерная интуиция // Вестник высшей школы. - 1986. - № 2. - С. 30-33.
2. Кузин Л.П. Основы кибернетики. Основы кибернетических моделей: учебное пособие для вузов. – М.: Энергия. – 1979. – 230 с.
3. Паспорт приоритетного проекта «Современная цифровая образовательная среда в Российской Федерации». Утвержден президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам 25 октября 2016. – <http://static.government.ru/media/files/8SiLmMBgjAN89vZbUUtmuF51ZYfTvOAG.pdf>.
4. Полани М. Неявное знание. - М.: Прогресс. – 1984. – 180 с.
5. Соловов А.В. Введение в проблематику ДО. Аналитический обзор состояния ДО в мире. – Самара: СГАУ, 1999. – 85 с.
6. Соловов А.В. Дидактика и технология электронного обучения в системе КАДИС // Индустрия образования: Сборник статей. Выпуск 6. – М.: МГИУ, 2002. – С. 54-64.
7. Соловов А.В. «Золотые клетки» виртуальных учебных сред // Высшее образование в России. – 2012. – № 11. – С. 133-137.
8. Соловов А.В. Когнитивная компьютерная графика в инженерной подготовке // Высшее образование в России. – 1998. – № 2. - С. 90-96.
9. Спенсер Л.М., Спенсер С.М. Компетенции на работе. Модели максимальной эффективности работы. – ГИППО. – 2010. – 380 с.
10. Шрейдер Ю.А. Экспертные системы: их возможности в обучении // Вестник высшей школы. – 1987. – № 2. – С. 14-19.

# **DIDACTIC MODEL OF DIGITAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT**

© 2020 Alexander V. Solovov<sup>2</sup>, Anastasia A. Menschikova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Samara University of Public Administration  
“International Market Institute, Samara, Russia  
<sup>2</sup>Samara University, Samara, Russia

The article deals with various types of interactivity in complexes, which increase the role and importance of the students in determining the content and managing the learning process. The authors discuss adaptive support for students based on their individual "digital traces" and artificial intelligence algorithms.

Keywords: digital education environment, e-learning, online learning, online courses, didactic systems, learning management systems.