

**КОМПЛЕКСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ  
АДАПТИВНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ**

**COMPREHENSIVE PROVISION FOR THE ORGANIZATION OF  
ADAPTIVE E-LEARNING**

*A. G. Savenko*

*A. G. Savenko*

Институт информационных технологий Белорусского государственного  
университета информатики и радиоэлектроники  
Минск, Республика Беларусь

Institute of Information Technology Belarusian State University  
of Informatics and Radioelectronics  
Minsk, Republic of Belarus

*e-mail: savenko@bsuir.by*

В работе предложено комплексное обеспечение организации адаптивного обучения с использованием электронных средств обучения, включающее гибридную адаптивную модель и ее программно-алгоритмическую реализацию в виде адаптивной системы управления обучением. Предложенное решение устраняет недостатки существующих систем и позволяет выстраивать индивидуальную образовательную траекторию еще до начала обучения, выполнять интеллектуальный анализ качества образовательного контента и может быть использовано как для дополнения процесса обучения в традиционных формах обучения, так и в дистанционной форме.

*Ключевые слова: гибридная модель адаптивного обучения; искусственный интеллект; система управления обучением; электронное обучение.*

The paper proposes a comprehensive support for the organization of adaptive learning using electronic learning tools, including a hybrid adaptive model and its software-algorithmic implementation in the form of an adaptive learning management system. The proposed solution eliminates the shortcomings of existing systems and allows building an individual educational trajectory even before the start of training and performing an intellectual analysis of the quality of educational content. It can be used both to supplement the learning process in traditional forms of education and in distance form.

*Keywords: hybrid adaptive learning model; artificial intelligence; learning management system; e-learning.*

В настоящее время наиболее перспективным и быстроразвивающимся форматом организации обучения является электронное обучение. Такой формат организации обучения в современных реалиях является весьма гибким и универсальным: может использоваться как в традиционных формах получения образования, так в дистанционной. Его актуальность и развитие обусловлены как внешними по отношению к системе образования факторами (например, пандемией вируса Covid-19), так и внутренними (общей цифровизацией всех сфер общественной жизни, необходимостью наращивания экспорта образовательных услуг).

За последние годы для нужд образования были разработаны средства тестирования обучаемых, электронные учебные пособия, справочники и программы-тренажеры. В свою очередь, развитие электронного обучения обусловило потребность в разработке современных интеллектуальных обучающих систем и их обучающего контента. В таких системах уже сформировался принцип их построения, рассматривающий процесс обучения, как процесс управления знаниями обучаемого. Наиболее перспективными, в рамках этой концепции, являются адаптивные системы обучения, позволяющие при минимальных затратах ресурсов участников образовательного процесса добиться максимальной эффективности обучения. Таким образом, можно индивидуализировать постиндустриальную модель обучения, имеющую широкое распространение в ВУЗах стран СНГ и заменить ее на адаптивную модель обучения с применением электронных средств обучения.

Анализ моделей и методов адаптации, используемых в современных адаптивных системах управления обучения (АСУО), показал, что до настоящего времени не выработан единый стандарт описания и применения таких моделей. Каждая из таких систем использует свои подходы к реализации процесса адаптации, при этом, как правило, используют одно из направлений адаптации (одну модель). Данные решения реализуют адаптивную модель обучения путем построения индивидуальных траекторий обучения по индивидуальным моделям обучающихся [1].

Такой подход позволяет адаптировать процесс обучения в соответствии с текущим уровнем знаний обучаемых уже в процессе обучения, а образовательный контент при этом остается статичен. Т. е., такой подход не учитывает возможность совершенствования качества

образовательного контента и его адаптации под обучаемую аудиторию, а также построения эффективной образовательной траектории с самого начала обучения.

С учетом выявленного недостатка, для решения обозначенной проблемы, автором предложена общая гибридная модель и ее программно-алгоритмическая реализация, включающая в себя взаимосвязанные модели обучающихся, адаптации и информационно-предметной области для комплексного обеспечения организации адаптивного электронного обучения.

Функциональная схема гибридной модели показана на рис. 1.



Рис. 1. Функциональная схема гибридной модели адаптивного электронного обучения

Как видно из рис. 1, при первом обращении к АСУО обучаемый проходит входное тестирование, предназначенное для определения характеристик обучаемого. К таким характеристикам относятся как начальный уровень знаний обучаемого, так и его индивидуальные признаки. Эта входная информация необходима для построения модели обучаемого. Для увеличения степени адекватности модели обучаемого необходимо иметь не только представление о начальном уровне его знаний, но и информацию, которую невозможно получить даже в процессе длительного обучения в системе – индивидуальные признаки обучаемого. Такая информация будет получена не только посредством простого интервью обучаемого, но и при прохождении психологических и предметных тестов при входном тестировании. К таким индивидуальным признакам обучаемого можно отнести: предпочтительный стиль обучения, познавательные факторы

обучаемого, его увлечения, стиль восприятия информации, тип мышления, цели обучения, опыт и т.д.

Модель каждого обучаемого содержит все эти его индивидуальные характеристики. Модель обучаемого тесно связана с моделями адаптации. В качестве входной информации для модели адаптации используется модель обучаемого и некоторые характеристики модели информационно-предметной среды (например, статистические данные).

В качестве моделей адаптации, способных устранить выявленные недостатки существующих решений, предлагается использовать модели построения образовательной траектории (ПОТ) и модель интеллектуального анализа качества образовательного контента по статистике успеваемости обучаемых (ИАКОКСУО).

При проектировании содержания обучения хорошо применима концепция микрообучения, заключающаяся в том, что весь учебный материал структурируется небольшими порциями. Модель информационно-предметной области (ИПО) имеет модульную структуру, учебный контент создается непосредственно в конструкторе дисциплин самой АСУО. Он может быть представлен в одном или нескольких форматах: текстово-графическом; видеоформате; в виде файлов презентаций, пособий, книг, виртуальных лабораторных и практических занятий. Структура учебной дисциплины имеет свою иерархию – три уровня вложенности (дисциплина – модуль – блок). После изучения и выполнения каждого блока материалов по модулю предусмотрено пробное и контрольное тестирование. Пробное тестирование предназначено для самоконтроля обучаемых и предполагает закрытое тестирование с автоматическим выставлением его результата. Контрольное тестирование может быть гибридным (открытые, закрытые вопросы, сопоставления и т.п.). Статистика прохождения контрольного тестирования сохраняется в базе данных и включает информацию по вопросам, на которые даны правильные и неправильные ответы; время прохождения тестирования; количество попыток прохождения теста; оценку за тестирование; минимальный проходной балл, установленный преподавателем [2]. Обобщенная графовая модель информационно-предметной области с контрольным тестированием на уровне модулей представлена на рис. 2.

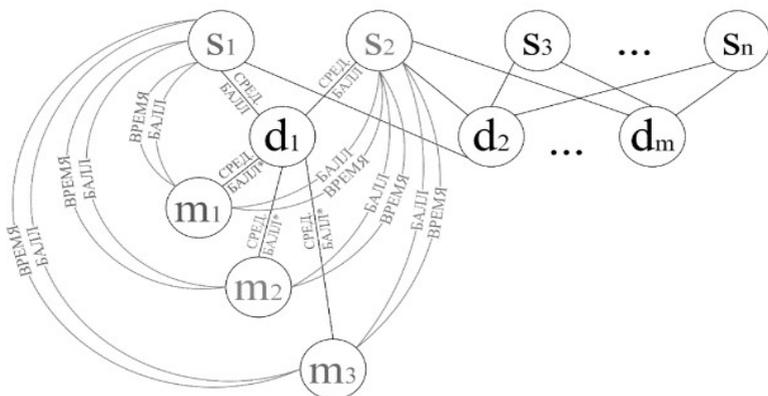


Рис. 2. Обобщенная графовая модель ИПО

При создании учебного контента и вопросов контрольного тестирования ставятся тематические метки (определенный идентификатор, например «1», «2», «3», ...). Тематическая метка идентифицирует определенную часть учебного контента (абзац или предложение текста, определенный хронометраж видеолекции, определенные слайды презентации или ее всю).

При создании контрольного теста каждый его вопрос соотносится с соответствующей тематической меткой учебного контента. Таким образом, можно отслеживать тематические метки, соответствующие вопросам, на которые были даны верные и неверные ответы при контрольном тестировании. Такая организация ИПО необходима для реализации модели ИАКОКСУО [2].

Для построения индивидуальной образовательной траектории каждого обучаемого используются данные соответствующих персональных моделей обучаемых и представляет собой как данные входного тестирования, так и данные о текущем состоянии обучаемого в процессе обучения в АСУО.

Для построения образовательной траектории по информации входного тестирования, с точки зрения информационной базы модели обучаемого, необходимо реализовать сложный поиск на основе логических выражений.

В данном случае целесообразно хранить данные информационной системы в виде связей между сущностями, при комбинировании которых можно добиться нужного критерия поиска. Сами сущности должны описывать как можно меньший объем информации для того, чтобы обеспечивать меньшую гранулярность и, следовательно,

предоставлять более точные результаты. Связи должны быть односторонними и направленными, а их количество должно быть минимальным.

Учитывая вышеизложенное, предлагается авторская модель организации данных АСУО в виде графа с послышной организацией данных. Первоначальное построение образовательной траектории происходит путем реализации адаптивного поиска, с той точки зрения, что модель организации данных должна «обучаться» и накапливать также данные, отсутствующие в АСУО, но необходимые для получения релевантного результата [3].

Пример такой организации данных в разрезе одного поискового документа представлен на рис. 3.

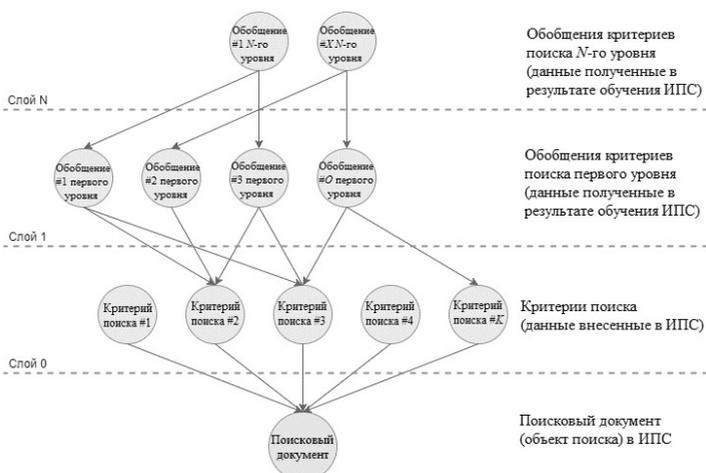


Рис. 3. Пример графовой модели организации данных

Модель ИАКОКСУО предназначена для выявления и совершенствования материалов учебного контента, объективно вызывающих трудности у обучаемых при изучении дисциплин.

Как правило, обучаемые справляются с изучением учебных дисциплин по-разному. Это может быть обусловлено различной базовой подготовкой и индивидуальными особенностями.

Однако, если большинство обучаемых испытывают затруднения при ответе на один или одни и те же вопросы, то это может свидетельствовать о недостатках методики преподавания и изложения материала.

Следовательно, существует необходимость улучшения определенной части учебного контента. Исходными данными для

выявления таких причинно-следственных связей может выступать статистика успеваемости обучаемых по изучаемым дисциплинам (модулям дисциплины).

При выявлении таких связей модель адаптирует и отправляет на оценку результат анализа эксперту (преподавателю) для принятия решения и совершенствования учебного материала. Обобщенная функциональная схема ИАКОКСУО показана на рис. 4.



Рис. 4. Обобщенная функциональная схема модели ИАКОКСУО

Таким образом, разработано комплексное обеспечение организации процесса адаптивного электронного обучения.

Предложенные модели и их алгоритмы реализованы в виде адаптивной системы управления обучением «Скорина», которая исключает ряд выявленных в процессе анализа недостатков существующих решений.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Савенко, А. Г. Интеллектуальный анализ качества учебного контента по статистике успеваемости студентов в системе управления обучением «Скорина» / А. Г. Савенко // Информатика. – 2021. – Т. 18, № 2. – С. 58-71.

2. Матвеев, А. В. Обзор и анализ электронных средств обучения для реализации адаптивного образовательного процесса / А. В. Матвеев, А. Г. Савенко // Непрерывное профессиональное образование лиц с особыми потребностями: сборник статей IV Международной научно-практической конференции. – Минск, 2021. – С. 175-179.

3. Савенко, А. Г. Модели и алгоритмы для адаптивного поиска в информационно-поисковых системах / Савенко А. Г., Шерстнев А. С. // Веснік сувязі. – 2022. – № 1. – С. 47-53.