

УДК 004.67(85)+519.688

А.Н. Ветров, ассистент кафедры «Автоматики и процессов управления»
(«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ"»)

**ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНИК НА ОСНОВЕ ПРОЦЕССОРА АДАПТИВНОЙ
РЕПРЕЗЕНТАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ФРАГМЕНТОВ
В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ**

Электронный учебник функционирует посредством разработанного процессора адаптивной репрезентации последовательности информационных фрагментов и выступает инновационным компонентом созданной автором системы автоматизированного (дистанционного) обучения со свойствами адаптации на основе параметрических когнитивных моделей

Ключевые слова: информационно-образовательная среда, когнитивная модель, система автоматизированного (дистанционного) обучения, процессор адаптивной репрезентации последовательности информационных фрагментов, технология когнитивного моделирования (для системного анализа)

Введение и постановка научной задачи

Информатизация информационных сред образовательных учреждений и разработка компонентов систем автоматизированного обучения (на расстоянии), обеспечивающих учет индивидуальных особенностей контингента обучаемых является актуальной научной проблемой (комплексом научных задач) [1, 2, 3, 4].

Автором предложен новый подход к проведению системного анализа классической и инновационной информационно-образовательной среды (ИОС) и созданию системы автоматизированного (дистанционного) обучения (АДО) со свойствами адаптации на основе параметрических когнитивных моделей (КМ)[3, 5], предполагающий внесение незначительных изменений в организацию и технологию управляемого технологического процесса формирования знаний контингента обучаемых, использование новой технологии когнитивного моделирования (ТКМ) и инновационного блока параметрических когнитивных моделей (БПКМ), применение комплекса программ для повышения эффективности функционирования средств обучения и результативности обучения (на расстоянии) субъектов обучения.

Научная статья содержит описание электронного учебника (ЭУ), функционирующего посредством процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов на основе БПКМ [5, 6].

Структура ИОС системы АДО со свойствами адаптации на основе параметрических КМ (рис. 1) – непосредственно замкнутый контур (с обратными связями), включающий 2 уровня и 6 каналов информационного взаимодействия между разнородными субъектами обучения и средствами обучения: первый уровень – канал инкапсуляции структурированной информации, обеспечивающей технологический процесс формирования знаний контингента обучаемых посредством использования семантической модели предмета изучения, канал анализа параметров КМ субъекта обучения и канал анализа эффективности АДО; второй уровень – канал репрезентации структурированной информации, обеспечивающей формирование знаний обучаемых на основе адаптивной модели, канал диагностики индивидуальных особенностей личности субъектов обучения (ИОЛСО) и канал тестирования уровня остаточных знаний обучаемого (УОЗО) [3, 5].

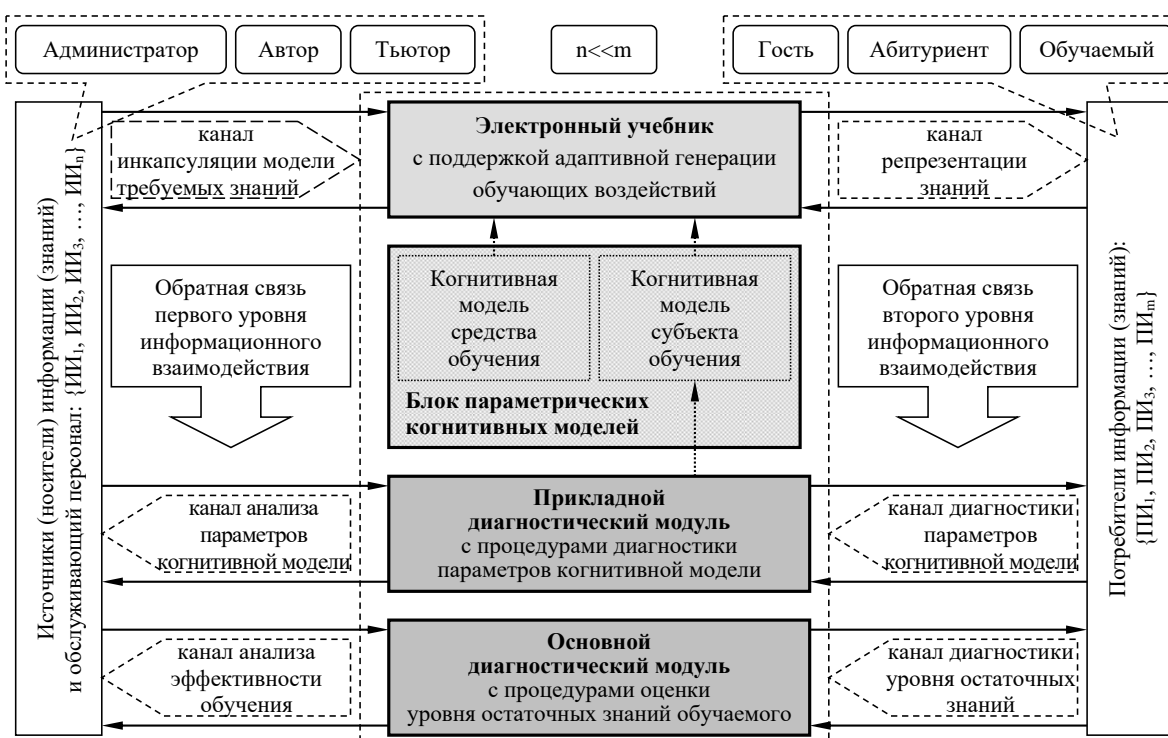


Рис. 1. Структура системы автоматизированного (дистанционного) обучения со свойствами адаптации на основе параметрических когнитивных моделей

Процесс информационного взаимодействия как информационного обмена совокупностью информационных фрагментов (информационных сообщений) между субъектами обучения и средствами обучения в ИОС системы АДО является существенно опосредованным (организационный недостаток) – источники информации (эксперты в предметной области, преподаватели, методисты и другие) взаимодействуют с потребителями информации и разных образовательных услуг (абитуриенты, обучаемые и другие) посредством аппаратных и программных компонентов [1, 4].

Набор функций и задач позволяет выделить определенные компоненты ИОС системы АДО:

- электронный учебник (ЭУ) – обеспечивает индивидуально-ориентированную генерацию образовательных воздействий, отражающих содержание предмета изучения контингенту обучаемых на основе адаптивной модели формирования знаний посредством процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов [6, 7];
- основной диагностический модуль (ДМ) – реализует автоматизированное тестирование УОЗО на основе модифицируемой интервальной шкалы и функции оценивания, запись значений ключевых параметров в БД с апостериорными результатами;
- прикладной ДМ – позволяет осуществить автоматизированную диагностику номинальных значений параметров КМ субъекта обучения, характеризующих ИОЛСО посредством использования набора методов исследования, содержащихся в БД тестов ИОЛСО;
- БПКМ – непосредственно включает два типа параметрических КМ, которые (согласно определению автора) выступают реконструируемыми репертуарами параметров, эшелонированными на ряд портретов с определенным научным обоснованием и стратифицированными на несколько разнородных математических множеств: множество видов свойств, множество элементарных свойств, множество векторов параметров и множество элементарных параметров [3, 5, 10], а также существенно отличаются от существующих структурой и содержанием [8, 11]:
 - параметрическая КМ субъекта обучения непосредственно содержит: физиологический портрет – параметры зрительной сенсорной системы: аномалии рефракции глаза (астигматизм, миопия и гиперметропия), восприятия пространства (оценка расстояния, поле зрения и острота зрения), патологии цветового зрения (ахромазия, дихроматия: протанопия, дейтеранопия и тританопия), а также параметры наружного, среднего и внутреннего уха (абсолютная слуховая чувствительность и пороги чувствительности); психологический портрет – концентрирует параметры, которые отражают конвергентные и дивергентные и интеллектуальные способности (вербальная креативность и образная креативность), обучаемость (имплицитная и эксплицитная) и когнитивные стили; лингвистический портрет – уровень владения языком изложения материала, набор ключевых терминов и определений и набор элементов в основе интерфейса [2, 3, 5, 6];

- параметрическая КМ средства обучения непосредственно содержит: физиологический портрет – параметры визуальной репрезентации информации: параметры фона (тип узора, цвет и комбинация цветов), шрифта (гарнитура шрифта, цвет и размер кегля символа), цветовые схемы отображения (для ахроматов и дихроматов: протанопов, дейтеранопов и тританопов), а также параметры воспроизведения звукового потока (громкость, тембр, тип потока и звуковая схема); психологический портрет – характеризует способ репрезентации информации: вид информации (текст, таблица, плоская схема, объемная схема, основной звуковой поток, сопровождающий звуковой поток, комбинированная схема и специальная схема), стиль предъявления информации (целостное и детализированное представление, автоматическое и ручное переключение информационных фрагментов, постоянный и переменный тип информации, глубокая конкретизация и абстрактное изложение, простота и сложность изложения, широкий набор и узкий набор терминов и определений); лингвистический портрет – языковые параметры коммуникации в системе АДО (уровень изложения содержания предмета изучения, набор ключевых слов и набор элементов в основе интерфейса средства обучения) [3, 5, 6].

Классический ЭУ выступает средством обучения предназначенным для отображения предварительно структурированной и квантифицированной совокупности информационных фрагментов, которые выступают обучающими воздействиями, отражающими содержание предмета изучения и формируются на основе типовой информационной структуры (электронной) книги: титульный лист и заглавие, аннотация (описание) и предисловие, содержание, введение, основная часть, заключение, словарь с перечнем ключевых терминов и определений, алфавитно-предметный указатель и библиографический аппарат [7, 9].

Образовательные воздействия (информационные фрагменты) генерируются на основе шаблона, включающего основной блок информации, дополнительный блок информации и контрольные вопросы, каждый из которых формируется на основе основной части предмета изучения, отражая содержание части, раздела (модуля), главы, параграфа и страницы [9].

Структура цикла формирования знаний контингента обучаемых в адаптивной среде

Реализация технологического цикла адаптивного обучения (на расстоянии) в ИОС системы АДО со свойствами адаптации на основе параметрических КМ (рис. 2) предполагает организацию и прохождение последовательности технологических этапов, обеспечивающих управляемое формирование знаний контингента обучаемых с учетом их индивидуальных особенностей и способностей (КМ субъекта обучения), а также потенциальных технических возможностей средств обучения при индивидуально-ориентированной генерации информационных фрагментов и непосредственном отображении обучающих воздействий (КМ средства обучения) [5].



Рис. 2. Схема, отражающая последовательность мероприятий для поддержки цикла автоматизированного обучения с использованием адаптивного электронного учебника

Особенности функционирования адаптивного электронного учебника

АДО – управляемый процесс формирования знаний контингента обучаемых посредством разнородного набора образовательных воздействий, генерируемых на основе модели требуемых знаний (МТЗ), сформированной с учетом учебно-методического комплекса по предмету изучения (дисциплине).

Принцип функционирования предложенного адаптивного средства обучения (ЭУ) с новыми техническими элементами в основе его архитектуры (рис. 3) предполагает непосредственно выполнение ряда мероприятий [3, 5, 6]:

- подбор источников информации по предмету изучения из разных предметных областей, ее структурирование и формализация, наполнение контента ЭУ информацией, отражающей МТЗ посредством алгоритма формирования и ввода МТЗ (рис. 3);
- загрузка информации в БД, инфологическая схема которой согласована на уровне представления данных с семантической моделью сохранения и извлечения данных;
- исследование индивидуальных особенностей контингента обучаемых посредством прикладного ДМ и формирование КМ субъекта обучения для каждого обучаемого;
- настройка параметров отображения ЭУ и выбор значений КМ средства обучения;
- индивидуализированное отображение разнородных информационных фрагментов, включающих основной и дополнительный блоки информации посредством процессора адаптивной репрезентации последовательности информационных фрагментов (рис. 3), функционирующего на основе высоко-технологического инновационного БПКМ;
- обработка событий, инициированных программным окружением и пользователем, отображение ему предупреждений и разъяснений в случае некорректных действий.

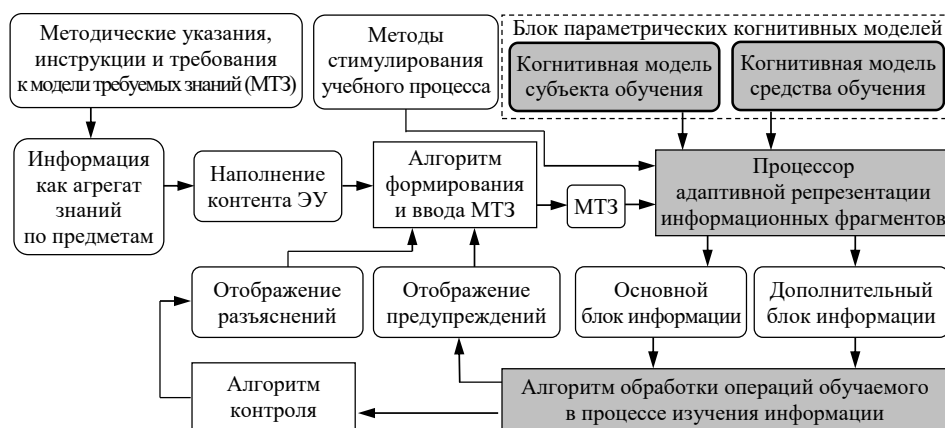


Рис. 3. Схема, отражающая принцип функционирования адаптивного электронного учебника

Семантическая модель сохранения и извлечения информационных фрагментов

Для реализации автоматизированной обработки разнородной информации, которая отражает типовую информационную структуру предмета изучения в ЭУ предлагается семантическая модель сохранения и извлечения информации [6], выступающая высоко-технологической универсальной структурой данных, позволяет динамически модернизировать инфологическую схему БД средства обучения (ЭУ), а также обеспечивает сохранение и извлечение предварительно структурированной информации (рис. 4):

- процедурная часть – реализует загрузку, сохранение и извлечение информации;
 - алгоритм извлечения информации – выбирает шаблон отображения информации из библиотеки фрагментарных фреймов на основе целей обучения (на расстоянии);
 - алгоритм формирования фактуальной части – выбирает информационные элементы мета-модели предмета изучения (дисциплины) для последующего отображения, которая непосредственно динамически (ре)конструируется алгоритмом реконструкции мета-модели предмета изучения;
 - алгоритм реконструкции мета-модели – формирует дерево целей обучения и мета-модель предмета изучения адекватно заданным целям и задачам обучения;
 - процессор адаптивной репрезентации информационных фрагментов (рис. 5) обеспечивает подбор оптимального сочетания номинальных значений параметров отображения разнородной информации (информационных фрагментов) на основе номинальных значений, содержащихся в блоке параметрических КМ;
 - алгоритм обработки событий и операций, инициированных пользователем;
- декларативная часть – оптимизация хранения информации на основе структур данных;
 - библиотека фрагментарных фреймов содержит набор информационных шаблонов, определяющих расположение элементов интерфейса средства обучения (ЭУ) при отображении информации (информационных фрагментов) разного типа;
 - библиотека целевых фреймов содержит перечень целей обучения (на расстоянии) и непосредственно их различные комбинаторные сочетания, которые определяют особенности механизма автоматизированной обработки данных процессором адаптивной репрезентации информационных фрагментов;
 - набор целей обучения (на расстоянии) представляет собой иерархию, которая непосредственно включает основные и дополнительные (вспомогательные или альтернативные) цели обучения (на расстоянии);
 - мета-модель предмета изучения включает информационную структуру (оглавление и перекрестные ссылки между информационными фрагментами), библиотека текстов отражающих содержание информационных фрагментов, библиотека изображений отражающих содержание информационных фрагментов, алфавитно-предметный указатель (набор ключевых слов и определений, разнородных графических объектов и пиктограмм средства обучения, библиотека свойств и описаний изучаемых объектов и предметов изучения);
 - блок параметрических КМ содержит КМ субъекта обучения и КМ средства обучения.

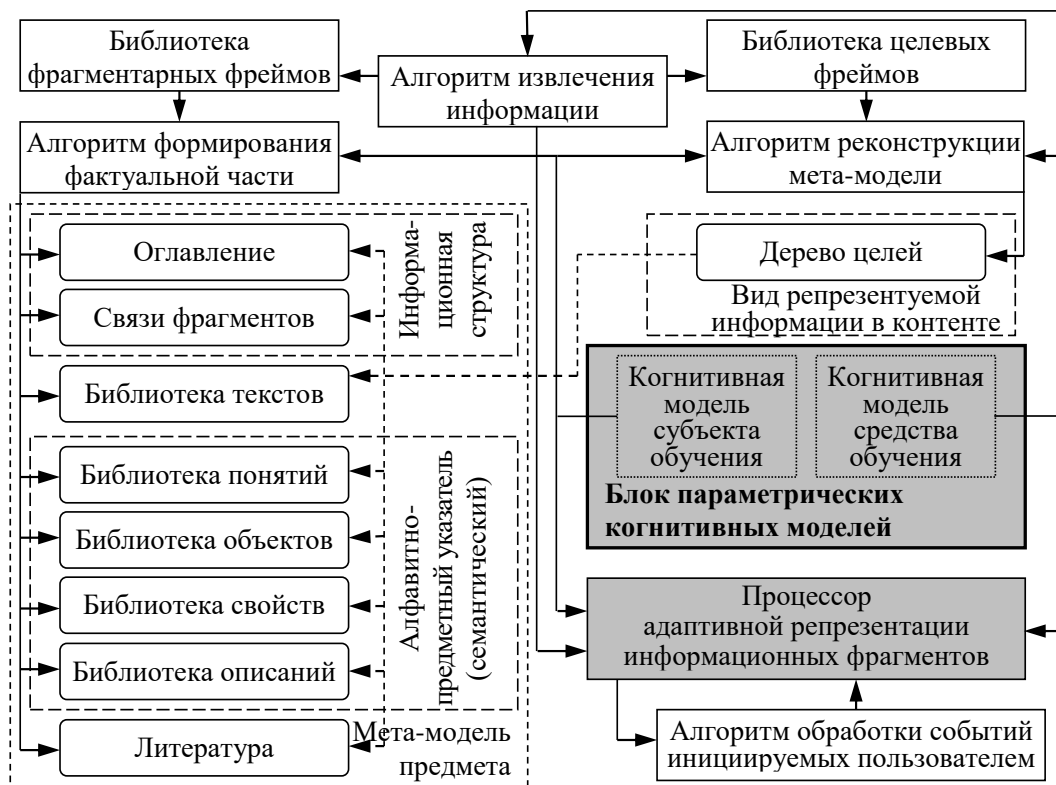


Рис. 4. Семантическая модель предмета изучения в основе электронного учебника

Режим адаптивного обучения средства обучения (ЭУ) реализуется посредством процессора адаптивной репрезентации последовательности информационных фрагментов и БПКМ только после наполнения номинальными значениями двух параметрических КМ.

Процессор адаптивной репрезентации информационных фрагментов

Архитектура процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов [5, 6] выполнена по принципу параллельной архитектуры и блочно-модульному принципу (рис. 5), включает три программных модуля, обеспечивающих соответственно управление обработкой различных физиологических, психологических и лингвистических параметров параметрической КМ субъекта обучения и параметрической КМ средства обучения для обеспечения автоматизированной индивидуально-ориентированной генерации разнородных образовательных воздействий контингенту обучаемых.

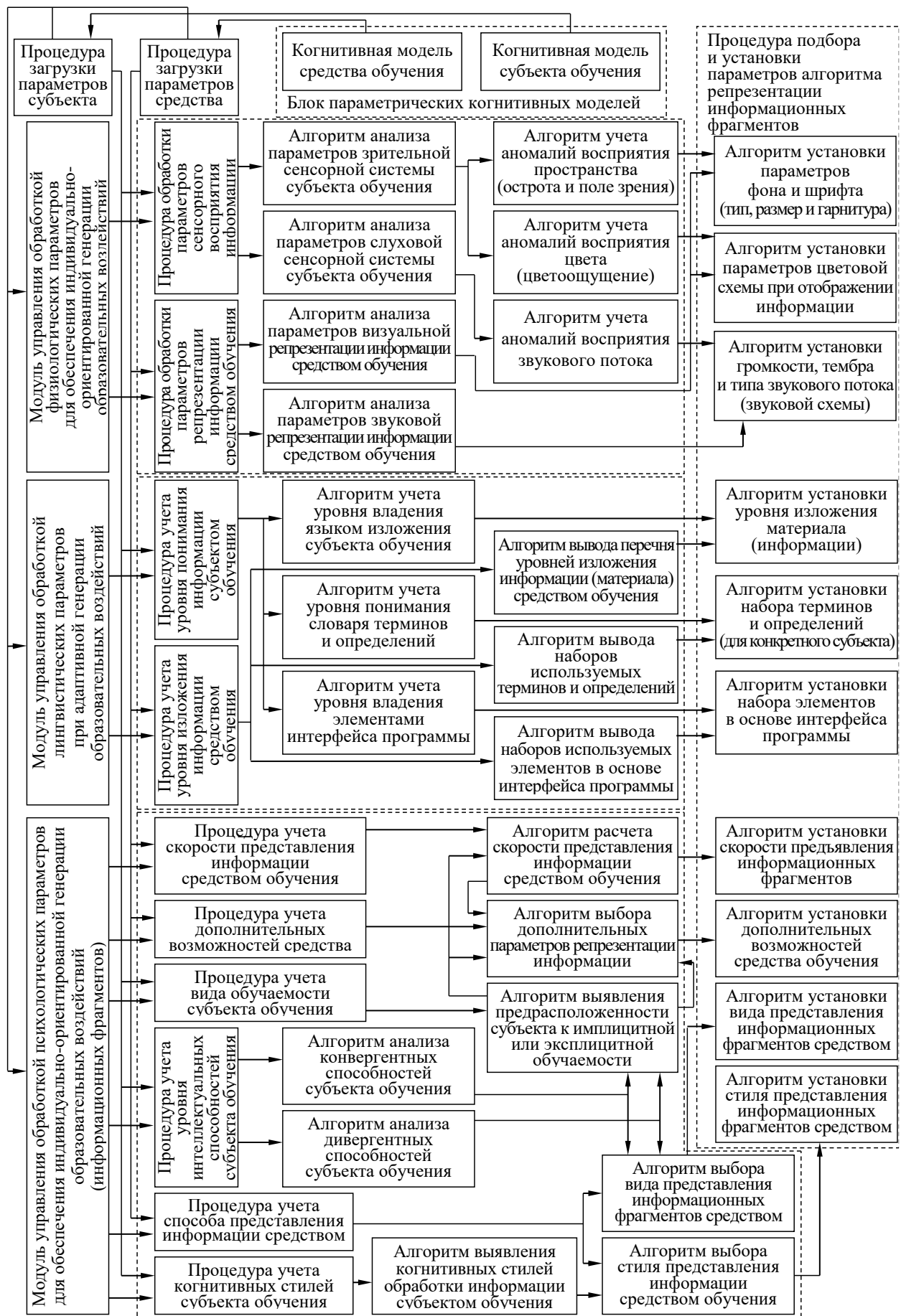


Рис. 5. Структура процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов

Подбор оптимального сочетания значений параметров отображения информации

Подбор оптимального сочетания номинальных значений параметров отображения информации непосредственно обеспечивается параллельно тремя программными модулями, каждый из которых содержит необходимый набор процедур и алгоритмов для автоматизированной обработки данных, содержащихся в БПКМ (рис. 5). При этом реализуется учет разнородных номинальных значений параметров параметрической КМ субъекта обучения и параметрической КМ средства обучения [5, 6].

Структура модуля управления процессом обработки физиологических параметров КМ:

- процедура обработки параметров сенсорного восприятия информации субъектом обучения – алгоритм анализа параметров зрительной сенсорной системы, алгоритм учета аномалий восприятия пространства (острота зрения и поле зрения), алгоритм учета аномалий цветоощущения (выбор цветовой схемы), алгоритм анализа параметров слуховой сенсорной системы и алгоритм учета аномалий восприятия звука;
- процедура обработки параметров репрезентации информации средством обучения – алгоритм анализа параметров визуальной репрезентации информации средством обучения и алгоритм анализа параметров звуковой репрезентации информации.

Выбор параметров фона и шрифта (тип, размер и гарнитура), цветовой схемы (для трихроматов, протанопов, дейтеранопов и тританопов), громкости, тембра и звуковой схемы.

Структура модуля управления процессом обработки лингвистических параметров КМ:

- процедура учета уровня понимания содержания информационных фрагментов – алгоритм учета уровня владения языком изложения информации, алгоритм учета уровня понимания словаря терминов и определений и алгоритм учета уровня владения элементами интерфейса средства обучения;
- процедура учета уровня изложения информации средством обучения – алгоритм вывода перечня уровней изложения информации (материала), алгоритм вывода набора используемых терминов и определений (на основе имеющихся уровней изложения и способа представления информации) и алгоритм вывода набора используемых элементов в основе интерфейса.

При этом обеспечивается установка оптимальных номинальных значений параметров, определяющих определенный уровень изложения информации (материала), набор терминов и определений и набор элементов в основе интерфейса программы для конкретной категории конечных пользователей средства обучения (ЭУ).

Структура модуля управления процессом обработки психологических параметров КМ:

- процедура учета скорости представления информации средством обучения – алгоритм расчета скорости предъявления набора информационных фрагментов;
- процедура учета дополнительных возможностей отображения средства обучения – алгоритм выбора дополнительных параметров репрезентации информации используемых непосредственно в адаптивном средстве обучения (ЭУ);
- процедура учета вида обучаемости субъекта обучения – алгоритм выявления предрасположенности субъекта обучения к имплицитной или эксплицитной обучаемости (параметры алгоритма АДО);
- процедура учета уровня интеллектуальных способностей субъекта обучения – алгоритм анализа конвергентных интеллектуальных способностей испытуемого и алгоритм анализа дивергентных интеллектуальных способностей обучаемого;
- процедура учета способа представления информации средством обучения – алгоритм выбора вида представления информационных фрагментов средством обучения (текст – текстологическое содержание, таблица, схема – графическое содержание и прочие);
- процедура учета номинальных значений параметров КМ субъекта обучения – алгоритм выявления когнитивных стилей обработки информации испытуемого и алгоритм выбора стиля представления информации средством обучения.

Достигается установка скорости предъявления последовательности информационных фрагментов, дополнительных параметров алгоритма обучения, вида представления информации и стиля представления информационных фрагментов средством обучения (ЭУ).

В режиме адаптивного обучения реализована индивидуально-ориентированная генерация образовательных воздействий посредством использования инновационного процессора адаптивной репрезентации последовательности информационных фрагментов, который непосредственно реализует автоматизированное выполнение ряда задач:

- загружает номинальные значения параметров КМ средства обучения, которые характеризуют потенциально возможные виды, типы и способы представления информации средством обучения;
- загружает номинальные значения параметров КМ субъекта обучения, которые отражают ИОЛСО (отдельно для определенного каждого субъекта обучения);
- рассчитывает оптимальное сочетание номинальных значений параметров отображения информации для определенного обучаемого с учетом технических возможностей ЭУ, сопоставляет их с (допустимыми в рамках данного предмета изучения (дисциплины)) номинальными значениями параметров отображения информационных фрагментов содержащихся непосредственно в параметрической КМ средства обучения.

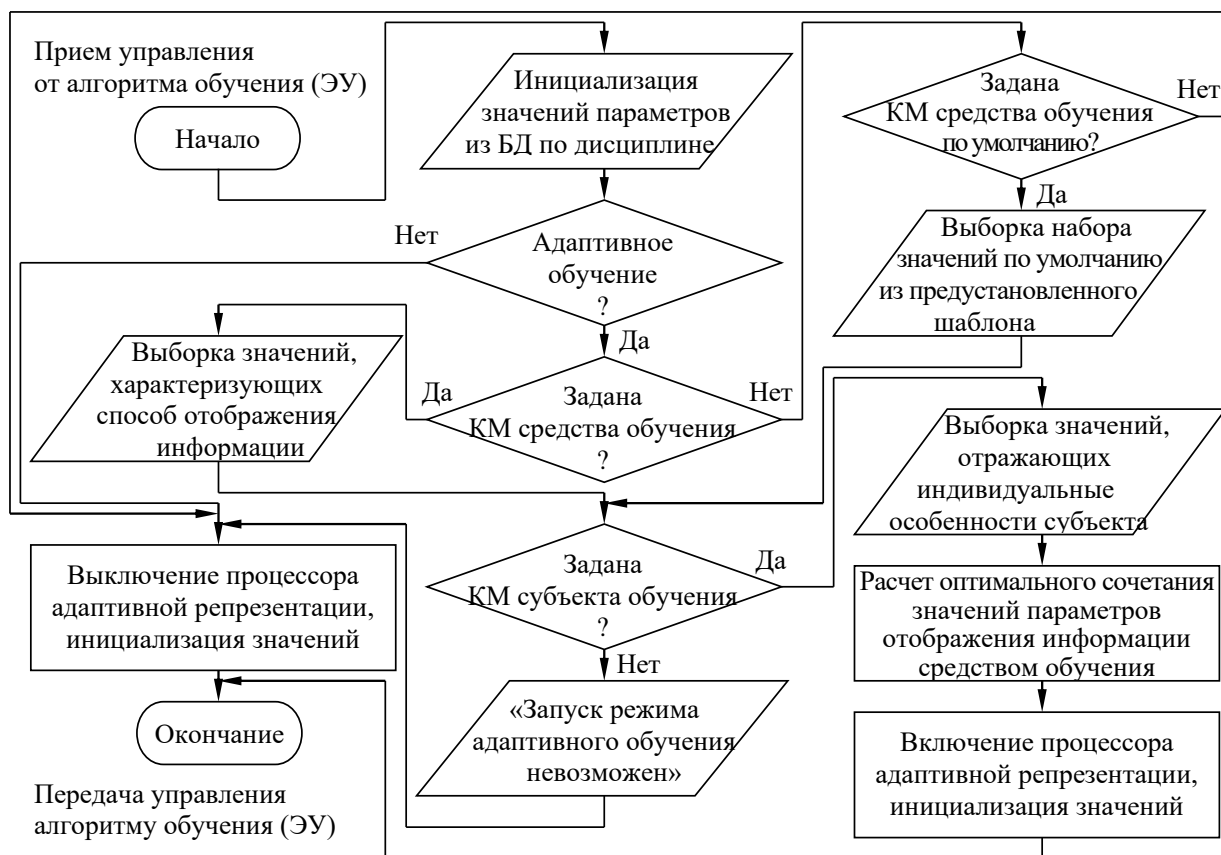


Рис. 6. Алгоритм первичной инициализации значений при выборе режима функционирования электронного учебника

Процессор адаптивной репрезентации информационных фрагментов автоматически выключается и адаптивное средство обучения (ЭУ) функционирует как обычная электронная книга в случае невозможности загрузки и установки номинальных значений параметров КМ средства обучения и КМ субъекта обучения по нескольким различным причинам:

- отсутствие в БД номинальных значений параметров КМ средства обучения, заранее установленных для данного предмета изучения (дисциплины) с учетом потенциальных технических возможностей (характеристик) ЭУ, которые определяют возможность отображения информации разными способами (поскольку содержание некоторых определенных предметов изучения нельзя представить всеми возможными и допустимыми способами, то данные параметры ограничивают количество способов отображения информации независимо от фактического количества способов, поддерживаемого ЭУ);
- отсутствие в БД номинальных значений параметров КМ субъекта обучения, полученных на технологическом этапе предварительной автоматизированной диагностики посредством использования прикладного ДМ и характеризующих ИОЛСО при восприятии, обработке и понимании содержания набора информационных фрагментов по определенному предмету изучения (дисциплине) на заданном языке изложения.

Особенности модификации контента адаптивного электронного учебника

При наполнении контента адаптивного средства обучения (ЭУ) предлагается придерживаться следующей последовательности действий и операций, подлежащих выполнению непосредственно конечным пользователем [6, 9]:

- накопление информации по предмету изучения реализуется посредством использования одного из методов получения (извлечения) данных и знаний специалиста (эксперта);
- формирование МТЗ на основе учебно-методического комплекса и полученной информации по данному предмету изучения: цели, задачи, требования, ограничения и другое;
- структурирование информации по предмету изучения на основе МТЗ, выделение модулей, квантов информации и информационных фрагментов (определенных глав, разделов, модулей, параграфов и страниц) и контрольных вопросов (заданий) для тестирования УОЗО и ИОЛСО, при этом сформированные выборки контрольных вопросов (заданий) впоследствии используются в основном или прикладном ДМ;
- ввод преподавателем сформированной информационной модели предмета изучения (мета-структура данных) в БД посредством режима администрирования ЭУ, функционирующего на основе семантической модели сохранения и извлечения информации;
- выдача рекомендаций преподавателю по формированию информационной модели предмета изучения согласно техническим возможностям средства обучения (ЭУ);
- модернизация семантической модели сохранения и извлечения данных с учетом внедренных новаций в течение жизненного цикла программной реализации ЭУ;
- проверка набора параметров в основе структур КМ средства обучения и КМ субъекта обучения.

Программная реализация адаптивного электронного учебника

ЭУ [6] поддерживает работу различных категорий пользователей в разных режимах (рис. 6):

- режим администрирования (рис. 7) – вводятся учетные записи, параметры КМ субъектов обучения и структурированная информация, отражающая содержание предмета изучения;
- режим (адаптивного) обучения (рис. 8) – реализует возможность индивидуально-ориентированного формирования знаний контингента обучаемых посредством процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов (рис. 5).

Режим администрирования (рис. 7) включает разнородный ряд конструкторов позволяющих обеспечить наполнение контента средства обучения (ЭУ) непосредственно предварительно структурированной информацией, отражающей содержание предмета изучения (МТЗ) и параметры ее отображения.

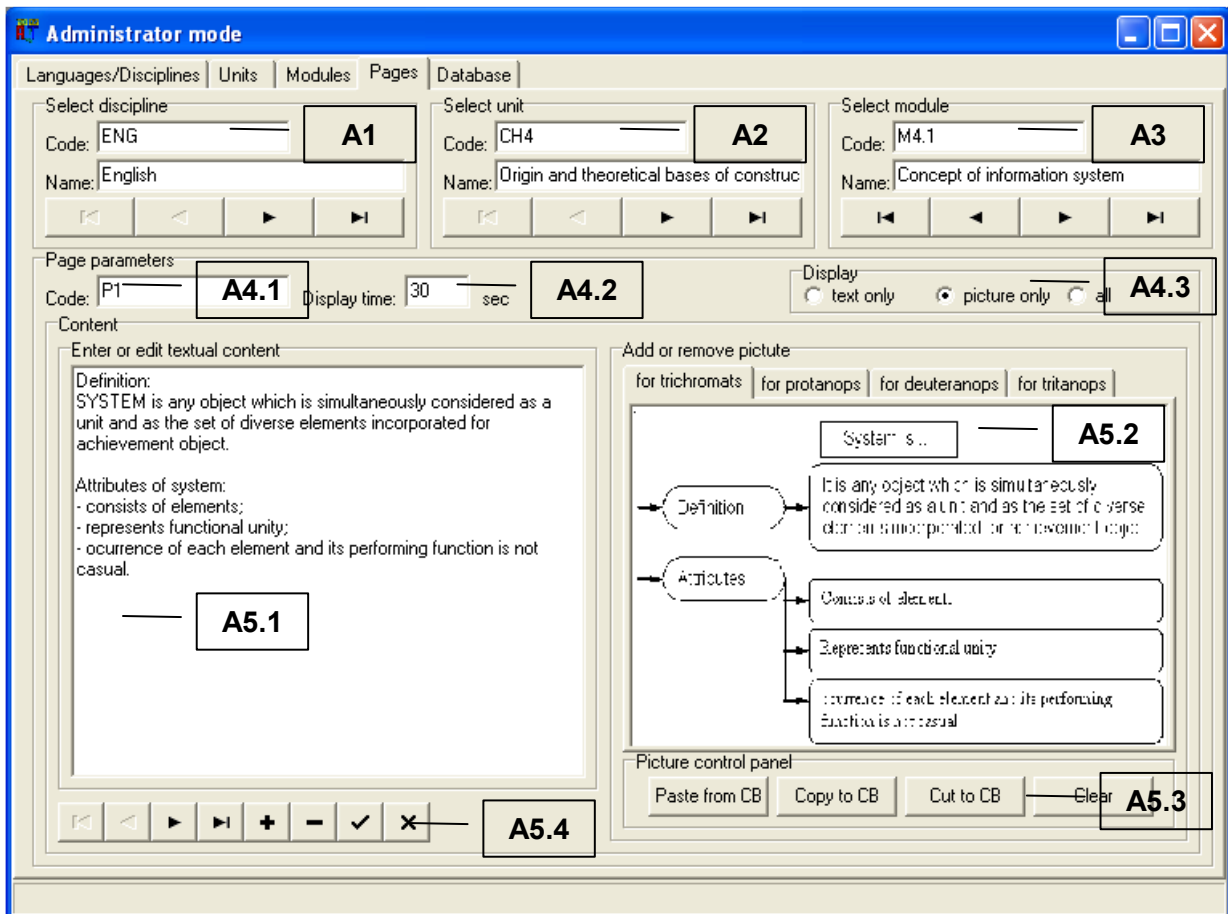


Рис. 7. Интерфейсная форма адаптивного средства обучения

в режиме администрирования параметров страницы

Для конфигурирования параметров отображения информации в ЭУ используются:

- вкладка “Languages / Disciplines” позволяет отредактировать перечень идентификаторов и наименований языков изложения материала, описаний каждой из дисциплин, установить (проверить) номинальные значения параметров КМ средства обучения, определяющих набор возможных способов отображения информационных фрагментов;
- вкладка “Units” позволяет модифицировать идентификатор, наименование и описание перечня разделов, входящих в информационную структуру предмета изучения;
- вкладка “Modules” реализует возможность ввода и редактирования перечня модулей, входящих в определенный (выбранный пользователем) раздел предмета изучения;
- вкладка “Pages” позволяет выбрать дисциплину из ранее введенного перечня (область А1), раздел дисциплины (область А2), модуль (параграф) в разделе (область А3), а затем сформировать набор страниц в каждом модуле и модифицировать их параметры: код страницы (поле А4.1), период отображения страницы по умолчанию (поле А4.2), тип отображаемой информации (поле А4.3), текстологическое содержание страницы (поле А5.1) и графическое изображение для трихроматов, протанопов, дейтеранопов и триганопов (индикатор А5.2) посредством панели управления графическими изображениями (А5.3), панель навигации (А5.4) непосредственно обеспечивает переход на первую, предыдущую, следующую и последнюю страницу в модуле, реализует добавление, удаление, сохранение и отмену изменений в элементах (А4-А5).

Режим (адаптивного) обучения непосредственно предполагает отображение последовательности образовательных воздействий для реализации технологического процесса индивидуально-ориентированного формирования знаний контингента обучаемых по предмету изучения с включенным или отключенным процессором адаптивной репрезентации информационных фрагментов, переключение между которыми реализуется автоматически или вручную посредством навигаторов (первого типа – в виде иерархии элементов информационной структуры предмета изучения, второго типа – в виде нескольких информационных панелей навигации). Иерархическое представление обеспечивает максимальную наглядность при осуществлении навигации конечным пользователем в режиме (адаптивного) обучения [10].

На рис. 8 представлена структура интерфейса ЭУ в режиме адаптивного обучения при отображении информации в виде плоских схем, ручном переключении информационных фрагментов посредством навигатора второго типа: поле индикации наименования раздела (E1.1), навигатор раздела (E1.2), поле индикации модуля (параграфа) (E1.3), навигатор модуля (E1.4), поле индикации номера страницы в разделе по порядку (E1.5), поле индикации количества страниц в данном модуле (E1.6), навигатор страниц (E1.7), поле отображения графического изображения в виде плоской или объемной схемы (E1.8), кнопка (E1.9) скрытия или отображения панели навигации (включая элементы E1.1-E1.7).

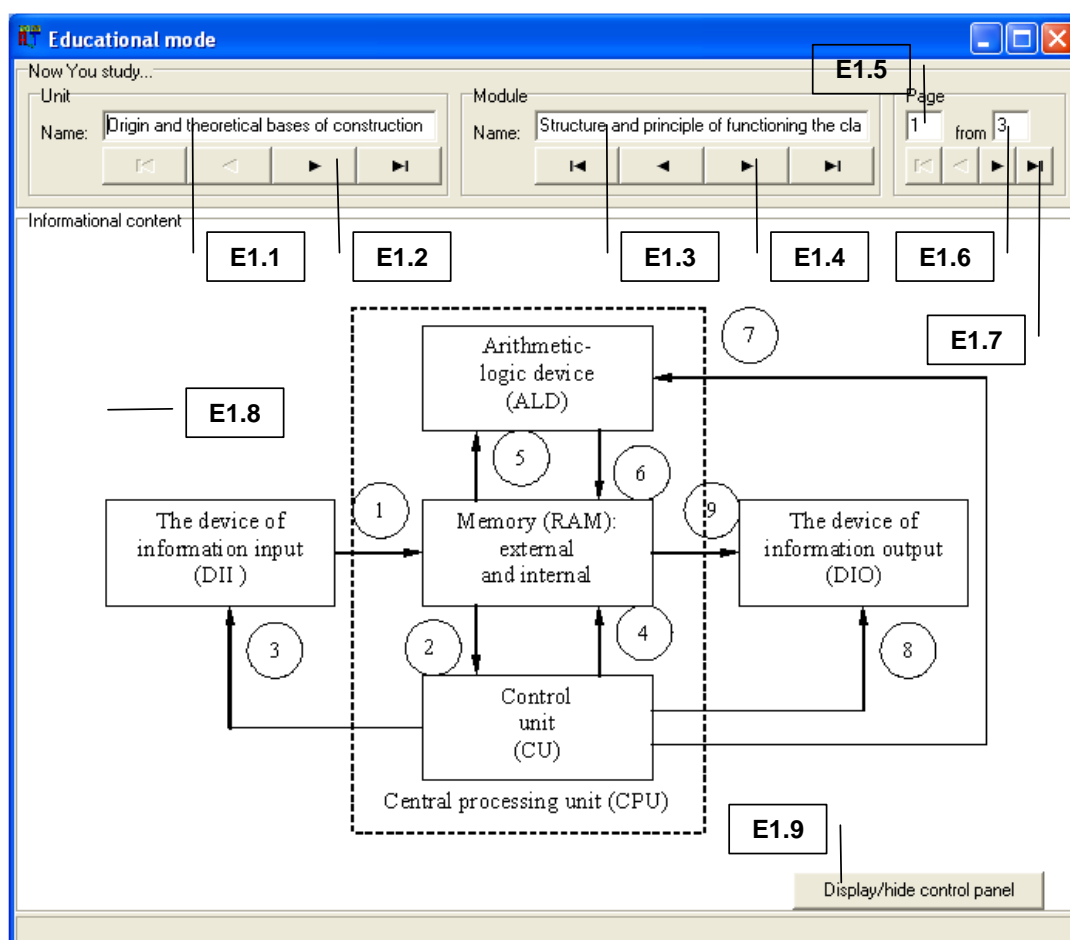


Рис. 8. Интерфейсная форма электронного учебника в режиме адаптивного обучения

при отображении информационных фрагментов в виде плоской схемы

На рис. 9 представлен интерфейс ЭУ в режиме адаптивного обучения при отображении информации в виде текста и ручном способе переключения между страницами.

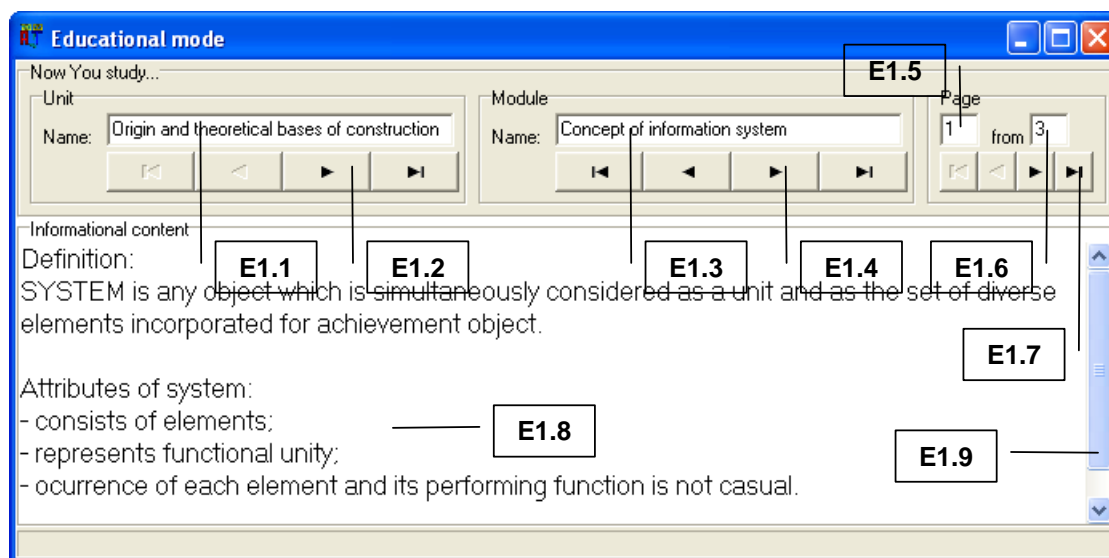


Рис. 9. Интерфейсная форма электронного учебника в режиме адаптивного обучения при отображении информационных фрагментов в виде текста

Структура интерфейса программной реализации ЭУ в режиме адаптивного обучения при отображении информационных фрагментов в виде текста и ручном способе переключения между страницами с информацией, отражающей содержание определенного предмета изучения предполагает наличие нескольких групп различных элементов интерфейса (рис. 9): поле индикации наименования раздела (E1.1), панель навигации по разделам (E1.2), поле индикации модуля (параграфа) (E1.3), панель навигации по модулям (E1.4), поле индикации номера страницы по порядку (E1.5), поле индикации количества страниц в модуле (E1.6), панель навигации по страницам (E1.7), поле индикации содержания страницы в виде текста (E1.8) и полосы прокрутки информации (E1.9) для обеспечения навигации.

Процедура обучения контингента обучаемых посредством адаптивного ЭУ включает:

- процедура регистрации личных данных контингента обучаемых самостоятельно или обращение к системному администратору или преподавателю с целью получения определенной учетной записи пользователя, которая непосредственно позволяет использовать ЭУ и получить доступ к информационным ресурсам и другим компонентам, входящим в систему АДО;
- прохождение предварительной диагностики параметров КМ субъекта обучения;
- регистрация пользователя в системе АДО посредством ввода данных учетной записи;
- запуск режима обучения в адаптивном ЭУ и изучение (контингентом обучаемых) набора информационных фрагментов, отражающих содержание предмета изучения;
- (не)регламентированное завершение режима обучения и выход из системы АДО.

Заключение, результаты статистической обработки апостериорных данных и выводы

1. Оценка эффективности внедрения научных результатов исследования производилась с использованием общепринятых показателей эффективности (результативности) обучения [12]:

$$K = \{k_1; k_2; k_3\} = \left\{ Y_2 - Y_1; \frac{Y_2}{Y_1}; \frac{Y_2 - Y_1}{Y_1} 100\% \right\}.$$

Коэффициенты k_1 , k_2 , k_3 обозначают соответственно абсолютный, сравнительный и относительный показатели эффективности формирования знаний контингента обучаемых, а результаты статистической обработки апостериорных данных серии автоматизированных экспериментов сведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты предварительного статистического анализа результативности обучения

Показатель	Номер группы обучаемых							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Показатели результативности обучения за 2004 год								
Объем выборки	20	21	25	18	18	15	0	0
Средний балл Y_1	4,05	4,286	4,24	4,611	4,056	4,4	-	-
СКО среднего балла	0,686	0,845	0,779	0,502	0,802	0,507	-	-
Показатели результативности обучения за 2005 год								
Объем выборки	24	22	24	25	24	22	23	21
Средний балл Y_2	4,333	4,046	4,375	4,16	4,042	4,091	4,696	4
СКО среднего балла	0,817	0,785	0,824	0,8	0,859	0,811	0,559	0,894
Показатели результативности обучения за 2006 год (с использованием ТКМ в 3 ^x группах)								
Объем выборки	26	23	29	24	25	22	22	22
Средний балл Y_3	4,5	4,609	4,379	3,708	3,92	3,773	4,455	3,818
СКО среднего балла	0,707	0,656	0,775	0,751	0,572	0,612	0,858	0,853
Результаты статистического анализа								
Показатели, отражающие изменение эффективности обучения за 2004-2005 год								
k_1	0,283	-0,240	0,135	-0,451	-0,014	-0,309	-	-
k_2	1,07	0,944	1,032	0,902	0,997	0,93	-	-
k_3 , %	6,996	-5,606	3,184	-9,783	-0,343	-7,025	-	-
Изменение СКО	0,13	-0,06	0,045	0,298	0,056	0,304		
Показатели, отражающие изменение эффективности обучения за 2005-2006 год								
k_1	0,167	0,563	0,004	-0,452	-0,122	-0,318	-0,241	-0,182
k_2	1,039	1,1392	1,001	0,891	0,97	0,922	0,949	0,955
k_3 , %	3,846	13,923	0,099	-10,857	-3,01	-7,778	-5,135	-4,546
Изменение СКО	-0,109	-0,129	-0,049	-0,049	-0,287	-0,199	0,299	-0,042

При имеющихся объемах выборки однородных апостериорных данных наблюдается устойчивая тенденция к увеличению номинальных значений показателей, которые характеризуют результативность обучения (на расстоянии), а также фиксируется уменьшение их среднего квадратичного отклонения (СКО).

2. В результате регрессионного анализа полученные номинальные значения коэффициента множественной корреляции ($KMK = 0,558$) и коэффициента множественной детерминации ($KMD = 0,312$) свидетельствуют, что 31,2% дисперсии зависимой переменной Y_i (оценка уровня остаточных знаний) определяется вариацией номинальных значений коэффициентов (предикторов) K_i находящихся в основе полученной линейной модели множественной регрессии $Y(K_i)$. При этом номинальные значения исходных (β) и стандартизованных коэффициентов (β') линейной модели множественной регрессии $Y(K_i)$ представлены в табл. 2 и 3. Константа линейного уравнения множественной регрессии равна 4,653.

Таблица 2

Номинальные значения исходных β и стандартизованных коэффициентов β'

Предиктор	VOZR	K_7	K_8	K_9	K_{14}	K_{15}	K_{16}	K_{17}	K_{18}	K_{19}
Значение исходного β - коэффициента	-0,006	-0,002	-0,156	0,121	0,064	-0,029	0,006	-0,074	0,025	-0,009
Стандартизованный β - коэффициент	-0,017	-0,010	-0,714	0,611	0,247	-0,104	0,034	-0,262	0,159	-0,052

Таблица 3

Номинальные значения исходных β и стандартизованных коэффициентов β'

(продолжение)

Показатель (предиктор)	K_{20}	K_{21}	K_{22}	K_{23}	K_{24}	K_{25}	K_{27}	K_{28}	K_{29}	K_{45}
Значение исходного β - коэффициента	-0,026	0,001	0,035	0,013	0,009	-0,008	-0,111	-0,008	0,032	0,022
Стандартизованный β - коэффициент	-0,147	0,002	0,182	0,052	0,052	-0,113	-0,226	-0,018	0,172	0,037

Предикторы в полученной линейной модели множественной регрессии: VOZR – возраст, параметры цветоощущения (K_7 – ахромазия, K_8 – протанопия, K_9 – дейтеранопия), конвергентные интеллектуальные способности (K_{14} – вербальный интеллект, K_{15} – дедукция, K_{16} – комбинаторика, K_{17} – рассуждение, K_{18} – аналитичность, K_{19} – индукция, K_{20} – мнемоника, K_{21} – плоскостное мышление, K_{22} – объемное мышление), вербальная креативность (K_{23} – индекс ассоциативности, K_{24} – индекс оригинальности, K_{25} – индекс уникальности), образная креативность (K_{27} – индекс ассоциативности, K_{28} – индекс оригинальности, K_{29} – индекс уникальности), лингвистические параметры (K_{45} – уровень владения языком изложения материала), а фактором (зависимой переменной) выступает результативность обучения Y .

Тогда линейное уравнение множественной регрессии принимает вид:

$$Y = 4,653 - 0,006VOZR - 0,002K_7 - 0,156K_8 + 0,121K_9 + 0,064K_{14} - 0,029K_{15} + 0,006K_{16} -$$

$$- 0,074K_{17} + 0,025K_{18} - 0,009K_{19} - 0,026K_{20} + 0,001K_{21} + 0,035K_{22} + 0,013K_{23} + 0,009K_{24} -$$

$$- 0,008K_{25} - 0,111K_{27} - 0,008K_{28} + 0,032K_{29} + 0,022K_{45}$$

3. Разработанная ТКМ позволяет реализовать дополнительный контур адаптации на основе инновационного блока параметрических КМ, провести комплексный системный анализ ИОС, обеспечить повышение эффективности функционирования системы АДО и результативности обучения (на расстоянии) контингента обучаемых.
4. В ходе дискриминантного анализа осуществлялось выделение нескольких групп обучаемых непосредственно в зависимости от показателя, характеризующего результативность (эффективность) обучения (оценка УОЗО): «5» – группа «отличников», «4» – группа «хорошистов» и «3» – группа «троечников».

На рис. 10 представлена геометрическая интерпретация относительного расположения центроидов классов в пространстве координат двух канонических дискриминантных функций соответствующих выделенным для системного анализа группам «отличников», «хорошистов» и «троечников».

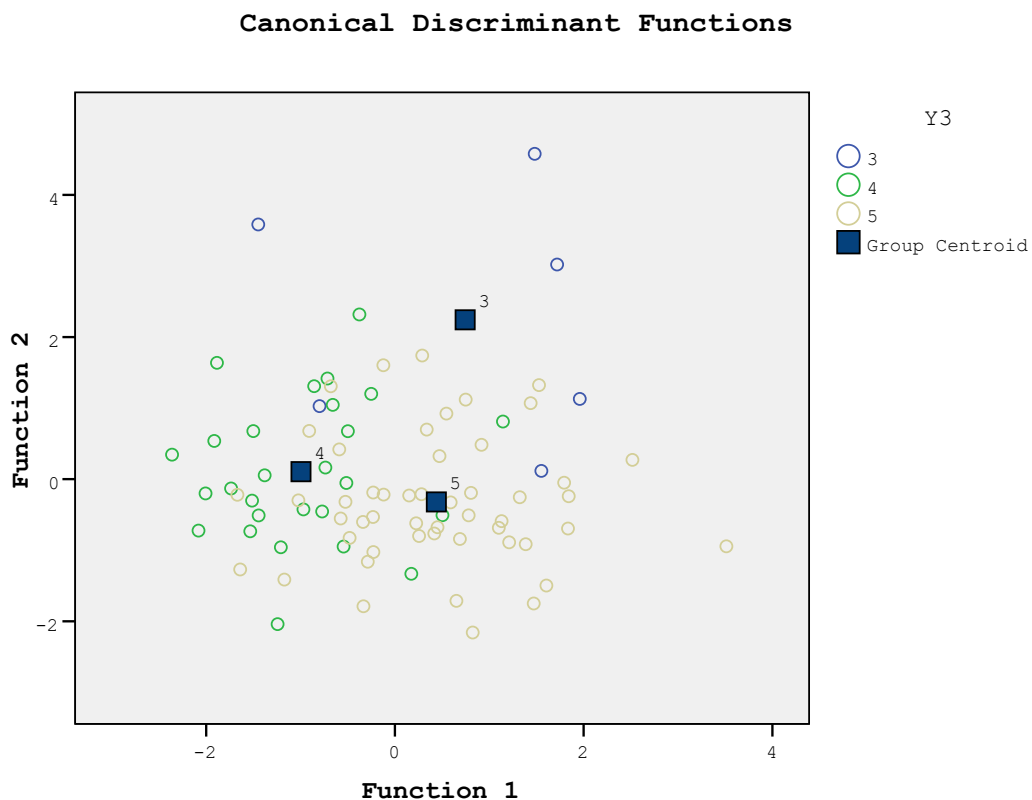


Рис. 10. Положение центроидов классов «отличников», «хорошистов» и «троечников» в пространстве двух канонических дискриминантных функций

5. Практическое использование научных результатов осуществлялось в учебном процессе «Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета "ЛЭТИ"» и «Международного банковского института» (г. Санкт-Петербург), получены акты о практическом использовании и 3 авторских свидетельства.

Литература

1. Башмаков А.И. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем. – М.: «Филин», 2003 – 630 с.
2. Ветров А.Н. Факторы успеха в образовательной деятельности современного ВУЗа: Тенденции развития информационной среды дистанционного образования / А.Н. Ветров, Н.А. Ветров; коллективная монография под ред. члена-корр. «Международной академии наук ВШ» И.Н. Захарова. – СПб: Изд-во «МБИ», 2004. – С.54-65 (148 с.).
3. Ветров А.Н. Особенности структуры информационной среды адаптивных систем ДО / А.Н. Ветров, Н.А. Ветров // «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания», секция «Инновационные технологии образования»: материалы IV^{ой} междунар. науч.-практ. конф., г. Санкт-Петербург, 15-16 марта 2005 г. – СПб.: «МБИ», 2005. – С.45-46.
4. Ветров А.Н. Особенности развития теории информации и информационных технологий на пороге XXI^{го} века: Монография / А.Н. Ветров; С.-Петербургск. гос. электротехн. ун-т. – СПб. – 2007. – 141 с.: ил. – Библиогр. 16 назв. – Рус. – Деп. в «РАО».
5. Ветров А.Н. Среда автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей: Монография / А.Н. Ветров; С.-Петербургск. гос. электротехн. ун-т. – СПб. – 2007. – 256 с.: ил. – Библиогр. 69 назв. – Рус. – Деп. в «РАО».
6. Ветров А.Н. Адаптивное средство обучения в автоматизированной образовательной среде на основе блока параметрических когнитивных моделей / А.Н. Ветров // «Управление качеством в современном ВУЗе»: материалы V^{ой} междунар. науч.-метод. конф., г. Санкт-Петербург, 21-22 июня 2007 г. – СПб.: Изд-во «МБИ», 2007. – Вып. 5. – С.110-113.
7. Окулов С.М. Когнитивная информатика. – Киров.: «ВятГТУ», 2003. – 219 с.
8. Кроль В.М. Психофизиология человека. – СПб.: «Питер», 2003. – 302 с.
9. Лобанов Ю.И. Подготовка информации для автоматизированных обучающих систем. – М.: «ВШ», 1986. – 175 с.
10. Новиков Ф.А. Толковый словарь современной компьютерной лексики. – СПб.: «БХВ», 2004. – 604 с.
11. Холодная М.А. Психология интеллекта: парадоксы исследования. – М.: «Барс», 1997. – 391 с.
12. Наследов А.Д. Математические методы психологического исследования. – СПб.: «Речь», 2004. – 392 с.

A.N. Vetrov, assistant of the chair “Automatics and control processes” (“The Saint-Petersburg state electrotechnical university "LETI"”)

THE ELECTRONIC TEXTBOOK BASED ON THE ADAPTIVE REPRESENTATION OF INFORMATION FRAGMENTS PROCESSOR IN THE AUTOMATED EDUCATIONAL ENVIRONMENT

The electronic textbook functions by means of the developed the adaptive representation of a sequence of information fragments processor and acts as the innovative component of the created by the author a u t o m a t e d (r e m o t e) t r a i n i n g s y s t e m with the properties of adaptation based on the parametrical cognitive models

Keywords: the information-educational environment, the cognitive model, the automated (remote) training system, the adaptive representation of a sequence of information fragments processor, the cognitive modeling technology (for the system analysis)