

«Министерство образования и науки РФ»

---

«Санкт-Петербургский государственный  
электротехнический университет "ЛЭТИ"»  
«Международный банковский институт»

---

**Особенности системного, финансового и сложного анализа  
на основе технологии когнитивного моделирования**

**Сборник научных докладов (и мультимедиа-слайдов)**

г. Санкт-Петербург  
2007 г., 2008 г.

Ветров А.Н. Особенности системного, финансового и сложного анализа на основе технологии когнитивного моделирования: Сборник научных докладов (и мультимедиа-слайдов) на правах монографии («Физико-математические науки», «Техника» и «Экономика») 2007 г. и 2008 г. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2007, 2008, «МБИ», 2007, 2008. – 22 с.

В сборнике научных докладов (и мультимедиа-слайдов) на правах монографии представлены непосредственно анализ информационной среды автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей, программное обеспечение автоматизированной образовательной среды со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей, программный комплекс для исследования адаптивной информационно-образовательной среды на основе когнитивных моделей, адаптивное средство обучения в автоматизированной образовательной среде на основе блока параметрических когнитивных моделей, методики и алгоритмы в основе технологии когнитивного моделирования и особенности автоматизации диагностики поля зрения когнитивной модели субъекта обучения для анализа информационной среды адаптивного обучения.

Предназначен для ученых, сотрудников НИИ, преподавателей и студентов ВУЗов, а также квалифицированных специалистов-экспертов по научным специальностям: 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации» (техника), 05.13.06 – «Автоматизация технологических процессов и производств» (промышленность), 05.13.10 – «Управление и информатика в социальных системах» (техника), 19.00.02 – «Психо-физиология восприятия» (техника и медицина), 19.00.03 – «Психология труда, инженерная психология и эргономика» (психология), 08.00.10 – «Финансы, денежное обращение и кредит» (экономика и финансы), 08.00.12 – «Бухгалтерский учет и статистика» (отчетность (кредитных) организаций), 08.00.13 – «Математические и инструментальные методы экономики» (финансовый анализ), 01.02.01 – «Теоретическая механика» (моделирование гибридных систем со сложной структурой), 02.00.04 – «Физическая химия» (многоядерные химические элементы и ядерные полимеры) и 03.00.03 – «Молекулярная биология» (моделирование дезоксирибонуклеиновой кислоты).

на правах монографии

© Ветров А.Н., 2007 г., 2008 г.

## Содержание

I. Материалы «VI <sup>ой</sup> международной научно-практической конференции "Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения)", РФ, г. Санкт-Петербург, 13-14 марта 2007 г., «Международный банковский институт» («МБИ»)	
1.1. Анализ информационной среды автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей	4
1.2. Программное обеспечение автоматизированной образовательной среды со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей	7
II. Материалы «XIII <sup>ой</sup> международной научно-практической конференции "Современное образование: содержание, технологии, качество", РФ, г. Санкт-Петербург, 19 апреля 2007 г., «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ"» («СПбГЭТУ "ЛЭТИ"»)	
2.1. Программный комплекс для исследования адаптивной информационно-образовательной среды на основе когнитивных моделей	10
III. Материалы «V <sup>ой</sup> международной научно-методической конференции "Управление качеством в современном ВУЗе", РФ, г. Санкт-Петербург, 21-22 июня 2007 г., «Международный банковский институт» («МБИ»)	
3.1. Адаптивное средство обучения в автоматизированной образовательной среде на основе блока параметрических когнитивных моделей	12
3.2. Методики и алгоритмы в основе технологии когнитивного моделирования	15
IV. Материалы «VII <sup>ой</sup> международной научно-практической конференции "Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения)", РФ, г. Санкт-Петербург, 13-14 марта 2008 г., «Международный банковский институт» («МБИ»)	
4.1. Особенности автоматизации диагностики поля зрения когнитивной модели субъекта обучения для анализа информационной среды адаптивного обучения	19

Ветров А.Н.

vetrovan@nwgsm.ru

РФ, г. Санкт-Петербург

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ"

## АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ СО СВОЙСТВАМИ АДАПТАЦИИ НА ОСНОВЕ КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ

Высокие темпы научно-технического прогресса и современный уровень развития информационных технологий в сфере образования обуславливают возможность реализации адаптивных средств обучения нового поколения в основе автоматизированных информационно-образовательных сред (ИОС), позволяющих генерировать образовательные воздействия с учетом индивидуальных особенностей обучаемых (физиологических, психологических, лингвистических и пр.).

Специфика информационного взаимодействия между субъектами и средствами индивидуально-ориентированного обучения в автоматизированной (виртуальной) образовательной среде инициирует рассмотрение ряда прикладных научных областей: физиология восприятия (А.В. Бару, Ч.А. Измайлов, В.М. Кроль, В.М. Смирнов), когнитивная психология (В.И. Аршинов, В.Н. Дружинин, Т.П. Зинченко, М.А. Холодная) и лингвистика (М.Л. Гик, Н.А. Кобрина, Р.К. Потапова).

Предлагаемый подход направлен на решение комплексной научной задачи создания, анализа и повышения эффективности функционирования ИОС системы автоматизированного (дистанционного) обучения (АДО) со свойствами адаптации на основе блока параметрических когнитивных моделей (КМ), предполагает: во-первых – внесение изменений в организацию и технологию процесса автоматизированного обучения, а также модификацию принципов функционирования основных компонентов ИОС (электронный учебник, диагностический модуль); во-вторых – создание технологии когнитивного моделирования (ТКМ), включая методику ее использования и алгоритм формирования КМ на основе двух способов представления (граф, схема); в-третьих – формирование КМ субъекта обучения и КМ образовательного средства; в-четвертых – разработку методики исследования параметров КМ, алгоритма обработки апостериорных результатов тестирования и комплекса программ для автоматизации задач исследования.

Общая структура системы АДО с элементами адаптации на основе блока параметрических когнитивных моделей (рис. 1) представляет собой замкнутый контур, включающий два уровня информационного взаимодействия и несколько каналов обмена информацией между двумя категориями субъектов образовательного процесса.



Рис. 1. Система автоматизированного (дистанционного) обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей

Модифицированная структура ИОС и принципы функционирования компонентов системы АДО позволяют реализовать дополнительный контур адаптации на основе блока параметрических КМ, обеспечивающий повышение эффективности формирования знаний за счет учета индивидуальных особенностей обучаемого и технических возможностей средства обучения при генерации обучающих воздействий.

ТКМ выступает универсальной по отношению к объекту исследования и содержит циклическую последовательность этапов: идентификация (сбор первичных требований, ограничений или изменение исходных задач исследования), концептуализация (концептуальная схема объекта исследования или модификация набора концептов), структурирование (структурная схема объекта исследования или ее модификация), формализация (выбор или изменение способа представления КМ), структурный анализ (верификация первого уровня структуры КМ), параметрический анализ (верификация второго уровня структуры КМ), реализация (размещение КМ в среде), моделирование основанное на целостном подходе (выявление проблем измерения и учета параметров КМ), анализ (статистическая обработка апостериорных данных, выявление закономерностей и факторов, обуславливающих затруднения обучаемого, а также влияющих на повышение эффективности обучения), предметная интерпретация (научное обоснование полученных результатов), синтез (накопление новых знаний о динамике функционирования объекта исследования).

КМ выступает модифицируемым (в ширину и глубину) репертуаром параметров, эшелонированным на совокупность портретов и стратифицированным на ряд множеств (первый уровень: множество видов свойств, множество свойств; второй уровень: множество векторов параметров, множество параметров), отражающих особенности объекта.

Представление КМ возможно различными формальными и неформальными способами (предлагается граф и структурная схема).

Блок параметрических КМ в ИОС АДО содержит КМ субъекта обучения и КМ средства обучения (представлены в журнале Известия МАН ВШ, №3, 2006), которые аккумулируют соответственно параметры, характеризующие индивидуальные особенности восприятия (физиологический портрет), обработки (психологический портрет), понимания (лингвистический портрет) информационных фрагментов обучаемым и параметры, отражающие потенциально возможные виды, типы, способы генерации образовательных воздействий.

Методика исследования параметров КМ обеспечивает постановку эксперимента и проведение автоматизированной диагностики параметров КМ посредством прикладного диагностического модуля.

Алгоритм обработки апостериорных результатов тестирования позволяет сформировать интервальную шкалу и функцию оценивания, осуществить на их основе тестирование, оценить состояние обучаемого и качество теста.

Для автоматизации задач исследования ИОС системы АДО со свойствами адаптации на основе блока параметрических КМ разработан комплекс программ, включающий: адаптивное средство обучения (электронный учебник) – обеспечивает индивидуально-ориентированную генерацию образовательных воздействий на основе блока параметрических КМ, основной диагностический модуль – реализует автоматизированную оценку уровня остаточных знаний обучаемого по изучаемым дисциплинам и прикладной диагностический модуль – позволяет автоматизировать исследование параметров КМ.

В основе электронного учебника расположен процессор адаптивной репрезентации информационных фрагментов, обеспечивающий индивидуально-ориентированную генерацию образовательных воздействий на основе параметров КМ субъекта обучения и КМ образовательного средства.

Ветров А.Н.

vetrovan@nwgsm.ru

РФ, г. Санкт-Петербург

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ"

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ СО СВОЙСТВАМИ АДАПТАЦИИ  
НА ОСНОВЕ КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ

Современный этап развития информационных технологий в сфере образования характеризуется наличием ряда существенных противоречий: одним из основных требований к автоматизированным информационно-образовательным средам (ИОС) выступает максимальная индивидуализация процесса обучения, но существующие подходы, методы и технологии реализации автоматизированных средств обучения и учебно-методических комплексов практически не учитывают индивидуальные особенности восприятия, обработки и понимания содержания информационных фрагментов обучаемым.

Обучение в автоматизированной ИОС выступает технологическим процессом управляемого формирования знаний обучаемого посредством различных средств обучения и включает ряд этапов обработки информации: визуальная репрезентация, восприятие, понимание, формирование навыков, агрегация полученной информации в знания, поэтому уровень остаточных знаний обучаемого зависит от особенностей сенсорного восприятия (физиологический аспект), понимания (лингвистический аспект) и обработки информационных фрагментов психологическим конструктом мозга (психологический аспект).

Очевидно, разработка и внедрение технологий личностно-ориентированного обучения обуславливает необходимость учета и исследования индивидуальных особенностей обучаемых, в частности: физиологических, психологических, лингвистических и прочих.

Предложенная структура системы автоматизированного (дистанционного) обучения (АДО) со свойствами адаптации на основе блока параметрических когнитивных моделей (КМ) реализует индивидуально-ориентированную модель обучения, а разработанная технология когнитивного моделирования, методики и алгоритмы позволяют обеспечить анализ и повышение эффективности процесса обучения.

Процесс индивидуально-ориентированного обучения в автоматизированной ИОС со свойствами адаптации на основе КМ включает ряд этапов, предусматривающих использование различных средств.

На первом этапе посредством прикладного диагностического модуля осуществляется автоматизированное исследование индивидуальных особенностей контингента обучаемых, которые вносятся в КМ.

Для ИОС системы АДО КМ отражает наиболее важные параметры информационного взаимодействия между субъектами (КМ субъекта обучения) и образовательными средствами (КМ средства обучения), что позволяет: обеспечить адаптивную генерацию образовательных воздействий, выявить причины затруднений обучаемых при изучении материала и факторы, влияющие на эффективность обучения.

Диагностика параметров КМ субъекта обучения предполагает использование метода интервьюирования и ряда прикладных методик (см. научную основу каждого портрета КМ), реализованных в основе прикладного диагностического модуля и позволяющих выявить наличие/отсутствие (степень выраженности) различных аномалий.

Физиологический портрет КМ субъекта обучения сформирован на научной основе физиологии сенсорных систем (анализаторов): аномалии рефракции (астигматизм, миопия, гиперметропия), восприятия пространства (острота зрения, поле зрения), цветового зрения (ахромазия, протанопия, дейтеранопия, тританопия), аномалии восприятия звука.

Психологический портрет КМ субъекта обучения сформирован на научной основе когнитивной психологии и включает: конвергентные (уровень развития вербального интеллекта, способностей к рассуждению и аналитическому мышлению, комбинаторных способностей, дедуктивного и индуктивного мышления, мнемоники и памяти, плоскостного и объемного мышления) и дивергентные интеллектуальные способности (уровень развития вербальной креативности: индекс ассоциативности, индекс оригинальности, индекс уникальности, индекс селективности; уровень развития образной креативности: индекс ассоциативности, индекс оригинальности, индекс уникальности, индекс селективности), биполярные когнитивные стили (уровень показателей: полезависимость и полenezависимость, импульсивность и рефлексивность, ригидность и гибкость, конкретизация и абстрагирование, когнитивная простота и сложность, к а т е г о р и а л ь н а я у з о с т ь и ш и р о т а ), предрасположенность к имплицитной/эксплицитной обучаемости.

Лингвистический портрет КМ субъекта обучения сформирован на научной основе когнитивной лингвистики и характеризует: уровень владения языком изложения материала, уровень владения словарем терминов (тесты для каждой дисциплины), уровень владения элементами интерфейса программы (тесты для каждого средства ИОС).



КМ средства обучения формируется на основе технических возможностей образовательного средства и модифицируется в течение жизненного цикла соответствующего программного продукта.

КМ средства обучения характеризует: особенности визуальной и звуковой репрезентации информационных фрагментов – параметры фона, шрифта, цветовые схемы отображения информации, громкость, тембр, тип аудио потока, звуковая схема, (физиологический портрет); способ репрезентации образовательных воздействий – вид отображаемой информации, стиль и скорость представления информационных фрагментов (психологический портрет); уровень изложения материала, набор используемых ключевых слов и определений, набор интерфейсных элементов (лингвистический портрет).

В случае модификации структуры КМ прикладной диагностический модуль позволяет модифицировать набор процедур, реализующих методики исследования определенных параметров.

На втором этапе адаптивное средство обучения (электронный учебник), оперирующее на основе блока параметрических КМ, обеспечивает индивидуально-ориентированную репрезентацию набора информационных фрагментов (обучающих воздействий) по изучаемой дисциплине каждому обучаемому.

Принцип функционирования адаптивного электронного учебника с поддержкой индивидуально-ориентированной генерации обучающих воздействий на основе блока параметрических КМ включает семантическую модель для хранения определенным образом структурированной информации по изучаемым дисциплинам и процессор адаптивной репрезентации содержащихся в ней информационных фрагментов.

Семантическая модель обеспечивает хранение и извлечение набора информационных фрагментов (порций информации), отражающих содержание главы, раздела, подраздела изучаемой дисциплины, а также содержащих блоки вопросов для реализации промежуточного и итогового тестирования с использованием диагностического модуля.

На третьем этапе реализуется автоматизированное тестирование уровня остаточных знаний контингента обучаемых посредством основного диагностического модуля, согласно сформированной выборке вопросов по каждой дисциплине.

Статистическая обработка апостериорных данных позволила выявить факторы, влияющие на повышение эффективности (результативности) обучения и причины затруднений некоторых обучаемых.

Ветров А.Н.

## **Программный комплекс для исследования адаптивной информационно-образовательной среды на основе когнитивных моделей**

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ"*

В последнее время акцентируется внимание многих специалистов к проблемам создания автоматизированных информационно-образовательных сред (ИОС), которые позволяют учитывать индивидуальные особенности обучаемых: физиологические, психологические, лингвистические и прочие.

Предлагаемый подход направлен на создание, анализ и повышение эффективности функционирования ИОС со свойствами адаптации на основе блока параметрических когнитивных моделей, включающего когнитивные модели субъекта (индивидуальные особенности личности обучаемого) и средства обучения (набор возможных видов и типов образовательных воздействий).

Сложность данной комплексной научной задачи инициирует рассмотрение ряда областей (физиология анализаторов, когнитивная психология, когнитивная лингвистика) и обуславливает необходимость разработки структуры автоматизированной ИОС со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей, принципов функционирования ее компонентов (адаптивное средство обучения, основной и прикладной диагностические модули), технологии когнитивного моделирования (методики и алгоритмы), блока параметрических когнитивных моделей, комплекса программ для автоматизации процесса исследования информационного взаимодействия субъектов и средств обучения.

Новые информационные технологии в сфере образования позволяют автоматизировать различные операции и оптимизировать временные издержки при их выполнении на всех этапах образовательного процесса, а также при постановке, проведении и обработке апостериорных данных исследования ИОС.

Разработанный комплекс программ выполняет ряд функций: адаптивного средства обучения – реализует индивидуально-ориентированную модель обучения посредством адаптивной генерации информационных фрагментов на основе блока параметрических когнитивных моделей; основного диагностического модуля – обеспечивает тестирование уровня остаточных знаний контингента обучаемых на основе бальной шкалы; прикладного диагностического модуля – позволяет осуществить диагностику индивидуальных особенностей обучаемых, выступающих значениями параметров когнитивной модели субъекта обучения.

Архитектура программного комплекса включает три уровня: интерфейсный уровень – поддерживает работу пользователей различных категорий; уровень ядра – набор специальных процедур, обеспечивающих выполнение ряда функций; уровень хранилища данных – содержит совокупность баз данных.

Интерфейсный уровень программного комплекса поддерживает работу нескольких категорий пользователей (обучаемый, преподаватель, консультант) в различных режимах (адаптивное обучение, диагностика индивидуальных особенностей личности, тестирование уровня остаточных знаний обучаемых).

Для начала работы пользователя в системе необходимо пройти процедуру аутентификации, которая выполняется двумя основными способами: **п е р в и ч н а я** и **п о с л е д у ю щ а я** **р е г и с т р а ц и я**.

Непосредственно после аутентификации пользователя предполагается переход в один из режимов функционирования комплекса программ, реализуемый определенным структурным компонентом: адаптивное средство обучения – режимы адаптивного обучения и администрирования предметного наполнения; основной диагностический модуль – режимы диагностики уровня остаточных знаний и администрирования тестов по изучаемым дисциплинам; прикладной диагностический модуль – режимы диагностики параметров когнитивной модели и администрирования тестов индивидуальных особенностей личности обучаемых.

Запуск определенного режима функционирования программного комплекса инициирует выполнение процедуры первичной инициализации и обработки событий, обуславливая возможность выполнения набора процедур входящих в основу ядра системы и обеспечивая доступ к банку данных.

Уровень ядра системы включает связанную совокупность компонентов, выполняющих обработку данных и операций пользователя: процессор адаптивной репрезентации информационных фрагментов средства обучения, процедура аутентификации и добавления пользователей, процедура управления процессом диагностики, модуль языковой поддержки при отображении элементов, процедура обработки событий пользователя, процедура выбора и анализа данных тестирования, процедура модификации структуры когнитивной модели субъекта обучения, процедура модификации структуры когнитивной модели средства обучения, процедура администрирования предметных тестов, процедура администрирования тестов индивидуальных особенностей личности обучаемых, процедура проверки корректности данных.

Процедуры обеспечения доступа к данным и обработки запросов обеспечивают взаимодействие с банком данных, включающим ряд баз данных: база данных пользователей обучающей подсистемы, база данных с предметным наполнением адаптивного средства обучения, база данных предметных тестов, база данных апостериорных результатов исследования.

В целях архивирования и резервного копирования данных архитектура комплекса программ предусматривает резервное хранилище данных: база данных неактивных пользователей, резервная база данных по изучаемым дисциплинам, резервная база данных тестов индивидуальных особенностей личности обучаемого, архив с результатами прошлых лет.

Практическое использование представленного комплекса программ осуществлялось в учебном процессе «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"» и «МБИ», а последующая статистическая обработка апостериорных данных показала повышение результативности обучения контингента обучаемых в экспериментальных группах.

Ветров А.Н.

vetrovan@nwgsm.ru

РФ, г. Санкт-Петербург

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ"

## АДАПТИВНОЕ СРЕДСТВО ОБУЧЕНИЯ

### В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ НА ОСНОВЕ БЛОКА ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ

Создание структуры информационно-образовательной среды системы автоматизированного (дистанционного) обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей является сложной научной проблемой, инициирующей внесение изменений в организацию (комплекс дополнительных мероприятий) и технологию обучения (модификация принципов функционирования основных компонентов), а также разработку блока параметрических когнитивных моделей, технологии когнитивного моделирования и комплекса программ для автоматизации исследования.

Разработанный комплекс программ для задач исследования информационной среды системы автоматизированного (дистанционного) обучения со свойствами адаптации на основе блока параметрических когнитивных моделей включает: адаптивное средство обучения (электронный учебник) – обеспечивает индивидуально-ориентированную генерацию информационно-образовательных воздействий различного типа с учетом индивидуальных особенностей личности субъектов обучения; основной диагностический модуль – обеспечивает автоматизацию тестирования уровня остаточных знаний контингента обучаемых; прикладной диагностический модуль – реализует автоматизированную диагностику параметров когнитивной модели субъекта обучения, которая отражает индивидуальные особенности личности субъектов обучения.

Адаптивное средство обучения выступает ключевым компонентом информационно-образовательной среды системы автоматизированного обучения, оперирует на основе процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов, обеспечивает загрузку информации посредством семантической модели дисциплины и обработку значений параметров КМ субъекта обучения и средства обучения для формирования индивидуально-ориентированных образовательных воздействий.

Принцип функционирования адаптивного средства обучения предполагает сохранение предварительно структурированной информации как первообразной агрегата знаний по набору дисциплин, которая далее используется в контенте интерфейсных форм при работе пользователя в различных режимах функционирования программы (администрирование учетных записей в базе данных пользователей, модификация параметров в базе данных с предметным наполнением, адаптивное обучение).

При работе пользователя в режиме администрирования для модификации параметров семантической модели дисциплины предоставляется возможность выбора и изменения параметров языка изложения материала, наименования и описания дисциплины, а также разделов и их параметров, изменяются параметры модулей (параграфов) и элементарных страниц.

Настройка параметров информационного фрагмента определенной страницы осуществляется следующим образом: выбирается из сформированного перечня дисциплина (A1), раздел (A2), модуль (A3), а затем добавляется новая страница или модифицируются параметры существующей страницы: идентификатор (A4.1); интервал отображения по умолчанию (A4.2); отображаемые элементы (A4.3): текст, графическое изображение, все; текстологическое содержание (A4.4); графическое изображение (A4.5) для нормальных трихроматов, протанопов, дейтеранопов, тританопов.

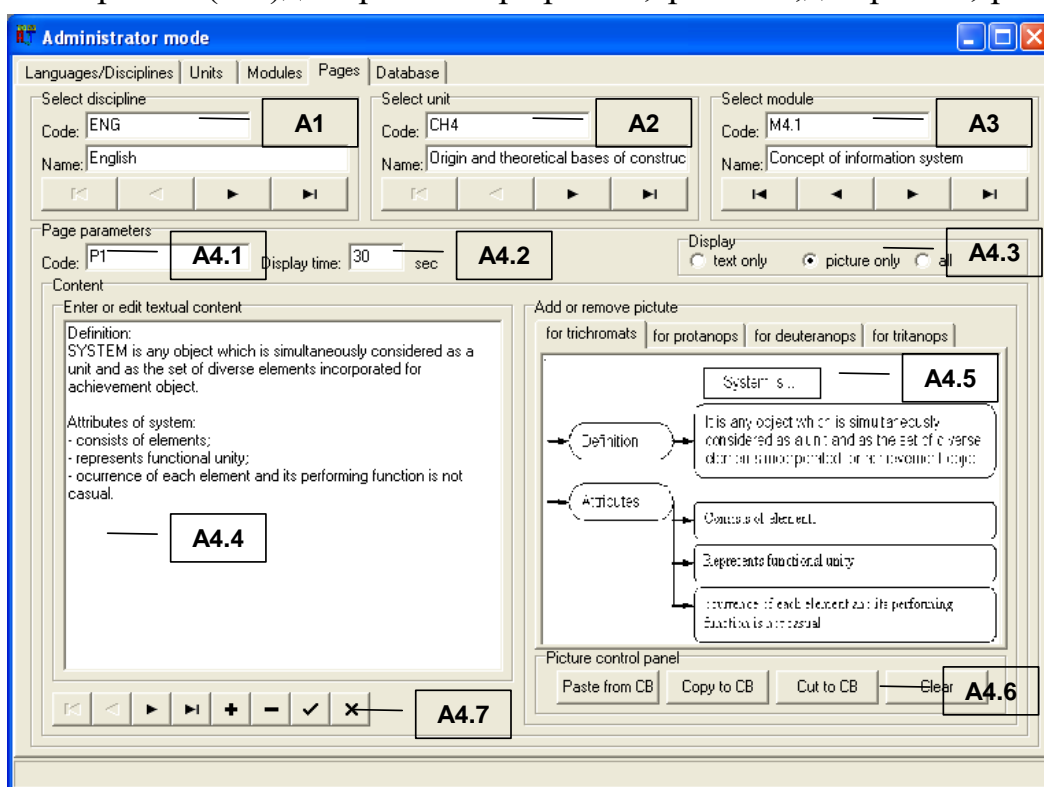


Рис. 1. Интерфейсная форма адаптивного средства обучения в режиме администрирования содержания дисциплины

Непосредственное управление генерацией образовательных воздействий различными способами адекватно индивидуальным особенностям личности субъектов обучения обеспечивает процессор адаптивной репрезентации информационных фрагментов, отражающих основную и дополнительную часть содержания дисциплины.

Структура процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов включает три модуля обеспечивающих соответственно управление обработкой физиологических, психологических и лингвистических параметров когнитивных моделей субъекта и средства обучения для обеспечения индивидуально-ориентированной генерации образовательных воздействий контингенту обучаемых.

Модуль управления обработкой физиологических параметров когнитивных моделей включает:

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

Устанавливаются параметры фона и шрифта (тип, размер, гарнитура), цветовой схемы (для трихроматов, протанопов, дейтеранопов и тританопов), громкости, тембра и типа звукового потока (звуковой схемы).

Модуль управления обработкой лингвистических параметров:

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

При этом обеспечивается установка уровня изложения материала (информации), набора терминов и определений и набора элементов в основе интерфейса программы для конкретной категории пользователей.

Модуль управления обработкой психологических параметров когнитивных моделей агрегирует:

- процедуру учета скорости представления информации средством обучения – алгоритм расчета скорости предъявления информационных фрагментов;
- процедуру учета дополнительных возможностей – алгоритм выбора дополнительных параметров репрезентации информации;
- процедуру учета вида обучаемости – алгоритм выявления предрасположенности субъекта к имплицитной или эксплицитной обучаемости;
- процедуру учета уровня интеллектуальных способностей – алгоритм анализа конвергентных способностей и алгоритм анализа дивергентных способностей субъекта обучения;
- процедуру учета способа представления информации – алгоритм выбора вида представления информационных фрагментов средством обучения;
- процедуру учета когнитивных стилей обучаемого – алгоритм выявления когнитивных стилей обработки информации обучаемым, алгоритм выбора стиля представления информации средством обучения.

Достигается установка скорости предъявления информационных фрагментов, дополнительных параметров, вида представления информационных фрагментов, стиля представления информационных фрагментов средством обучения.

Ветров А.Н.

vetrovan@nwgsm.ru

РФ, г. Санкт-Петербург

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ"

## МЕТОДИКИ И АЛГОРИТМЫ В ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ

### КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Технология когнитивного моделирования (ТКМ) разработана для анализа и повышения эффективности функционирования информационной среды системы автоматизированного (дистанционного) обучения со свойствами адаптации на основе параметрических когнитивных моделей («Известия МАН ВШ», №3, 2006) и представляет собой итеративный цикл, включающий последовательность этапов: идентификация (сбор первичных представлений об исследуемом объекте или изменение требований, задач, ограничений), концептуализация (разработка концептуальной схемы исследуемой ситуации или модификация набора концептов описывающих объект исследования), структурирование (структурированные знания об объекте исследования или модификация концептуальной схемы), формализация (построение первого и второго уровня структуры когнитивной модели или изменение способа ее представления), структурный анализ (верификация первого уровня структуры когнитивной модели), параметрический анализ (верификация второго уровня структуры когнитивной модели), реализация (размещение полученной модели в основе автоматизированной образовательной среды и выявление несоответствий), моделирование (моделирование основанное на целостном подходе, устранение проблем измерения и учета параметров), анализ (статистическая обработка полученных с помощью когнитивной модели данных), предметная интерпретация (интерпретация полученных зависимостей, научное обоснование полученных результатов), синтез (накопление полученных знаний о динамике развития ситуации в предметной области или добавление новых аспектов рассмотрения объекта исследования).

Когнитивная модель (КМ) отражает особенности функционирования рассматриваемого объекта исследования в определенной предметной области, представляет собой модифицируемый в ширину и глубину двухуровневый репертуар параметров эшелонированный на совокупность портретов ( $PP_1, PP_2, \dots, PP_i$ ) согласно набору выбранных научных аспектов и стратифицированный на ряд множеств: первый уровень – множество видов свойств ( $BC_1, BC_2, \dots, BC_j$ ) и свойств ( $C_1, C_2, \dots, C_k$ ), второй уровень – множество векторов параметров ( $VP_1, VP_2, \dots, VP_l$ ) и элементарных параметров ( $P_1, P_2, \dots, P_m$ ).

КМ субъекта обучения содержит набор параметров, характеризующих индивидуальные особенности личности субъектов обучения при восприятии (физиологический аспект), обработке (психологический аспект) и понимании (лингвистический аспект) содержания информационных фрагментов по циклу дисциплин, при этом включает («Известия МАН ВШ», №3, 2006):

- физиологический портрет – влияние особенностей восприятия информации зрительной и слуховой сенсорной системами: наличие/отсутствие аномалий рефракции, восприятия и цветоощущения; нарушения функций наружного, среднего или внутреннего уха;
- психологический портрет – влияние специфики обработки информации: уровень развития конвергентных и дивергентных интеллектуальных способностей, когнитивные стили, обучаемость;
- лингвистический портрет – влияние особенностей понимания содержания информационных фрагментов: наличие/отсутствие языковых проблем (уровень владения языком изложения материала).

КМ средства обучения агрегирует параметры визуальной и звуковой репрезентации (физиологический портрет), способ и стиль представления (психологический портрет), языковые аспекты (лингвистический портрет) генерации информационных фрагментов средством обучения:

- физиологический портрет – влияние особенностей репрезентации визуальной и звуковой информации средством обучения: параметры фона; параметры шрифта; цветовые схемы; параметры воспроизведения звукового потока;
- психологический портрет – влияние особенностей способа и стиля представления информационных фрагментов: вид информации; включение дополнительных возможностей; стиль представления; скорость репрезентации информационных фрагментов;
- лингвистический портрет – влияние особенностей изложения материала (выбор языка и уровня изложения).



Методики и алгоритмы в основе ТКМ на различных этапах реализуют решение ряда частных задач.

Методика использования ТКМ формализует последовательность использования этапов технологии для анализа и повышения эффективности функционирования информационной среды автоматизированного (дистанционного) обучения со свойствами адаптации на основе КМ.

Алгоритм формирования структуры КМ позволяет сформировать структуру КМ посредством формальной (логическая, граф, теория множеств) или неформальной (структурная, концептуальная схема, онтология) модели представления данных (знаний).

Для формализации структуры КМ предлагается два способа представления: формальный – ориентированный граф и неформальный – структурная схема, обеспечивающие возможность расширения и модификации структуры когнитивной модели в ширину и в глубину.

Методика исследования параметров КМ субъекта обучения позволяет организовать и провести автоматизированную диагностику параметров КМ субъекта обучения посредством прикладного диагностического модуля.

Алгоритм обработки апостериорных данных тестирования позволяет сформировать интервальную шкалу оценки и функцию оценивания, осуществить подготовку программного обеспечения к проведению диагностики целевых показателей (уровень остаточных знаний и индивидуальные особенности личности испытуемых), а также обеспечить статистическую обработку апостериорных данных с использованием набора коэффициентов: коэффициент сложности задания, суммарный результат выполнения заданий  $i$ -м обучаемым; суммарный результат выполнения  $j$ -го задания всеми обучаемыми; средний уровень тестирования по результатам выполнения всех заданий; средний уровень выполнения  $j$ -го задания всеми обучаемыми; дисперсия суммарных баллов испытуемых; стандартное отклонение суммарных баллов обучаемых; дисперсия результатов тестирования по  $j$ -му заданию; стандартное отклонение результатов тестирования по  $j$ -му заданию; оценка связи каждого  $j$ -го задания с суммой баллов по всему тесту; среднее арифметическое экспертных оценок; стандартное отклонение экспертных оценок; коэффициент корреляции результатов тестирования и независимых экспертных оценок (валидность теста).

Ветров А.Н.

vetrovan@nwgsm.ru

РФ, г. Санкт-Петербург

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ"

## ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ДИАГНОСТИКИ ПОЛЯ ЗРЕНИЯ КОГНИТИВНОЙ МОДЕЛИ СУБЪЕКТА ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ АДАПТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ

Анализ информационно-образовательной среды (ИОС) и повышение эффективности функционирования созданной автором системы автоматизированного (дистанционного) обучения (АДО) со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей (КМ) является сложной научной проблемой, которая обуславливает необходимость внесения изменений в организацию (комплекс дополнительных мероприятий) и технологию формирования знаний контингента обучаемых (модификация принципов и алгоритмов функционирования основных компонентов и средств обучения) для использования разработанной технологии когнитивного моделирования (ТКМ) и блока параметрических когнитивных моделей (БПКМ), а также комплекса программ, реализующего автоматизацию задач исследования.

Реализованный автором комплекс программ для исследования информационной среды системы АДО со свойствами адаптации на основе БПКМ включает: адаптивное средство обучения (электронный учебник) – оперирует на основе нового процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов и обеспечивает индивидуально-ориентированную генерацию информационно-образовательных воздействий разного вида на основе авторского инновационного БПКМ; основной диагностический модуль (ДМ) – обеспечивает автоматизацию оценки уровня остаточных знаний контингента обучаемых в форме тестирования; прикладной ДМ – реализует автоматизацию диагностики параметров КМ субъекта обучения, которые отражают индивидуальные особенности личности субъектов обучения (ИОЛСО).

Каждая КМ выступает реконструируемым в ширину и глубину репертуаром параметров, который эшелонирован на ряд портретов и стратифицирован на ряд множеств расположенных на двух уровнях ее иерархии.

КМ средства обучения – аккумулирует набор параметров, которые отражают потенциальные возможности средства обучения при генерации обучающих воздействий разного вида и типа различными способами.

КМ субъекта обучения – концентрирует параметры, характеризующие восприятие информации зрительной и слуховой сенсорными системами (физиологический портрет), обработку информации (психологический портрет) и уровень понимания содержания информационных фрагментов по предмету изучения на заданном языке (лингвистический портрет).

Принцип функционирования прикладного ДМ предполагает использование подобранного набора методов исследования определенных ИОЛСО, что позволяет измерить значения параметров КМ субъекта обучения.

Методика исследования параметров КМ в основе ТКМ позволяет подобрать набор методов исследования, обеспечить их алгоритмизацию и реализацию в виде процедур, располагающихся в БД прикладного ДМ.

Реализованная в ходе руководства дипломным проектированием новая процедура диагностики ахроматического и хроматического поля зрения (ПЗ) испытуемого находится в БД прикладного ДМ (дипломант Приходько Д.Ю.).

ПЗ выступает свойством прямо смотрящего глаза как оптического прибора и биологического конструкта, позволяющее испытуемому регистрировать мишень определенного цвета и размера в вертикальной, горизонтальной и диагональных плоскостях (меридианах и точках измерения), которая перемещается по шагам согласно заданной процедуре (алгоритму).

Выделяют несколько видов и типов поля зрения испытуемого: ахроматическое, хроматическое (монохроматическое и полихроматическое).

Исторически выделяют ряд способов измерения ПЗ испытуемого: *контрольный способ Дондерса* – обладает большими погрешностями измерения и позволяет обнаружить только грубые изменения значения показателя; *периметрия с использованием ручного сферического или дугового периметра Ферстера* – диаметрально вращающаяся дуга, по которой офтальмолог осуществляет перемещение белой, монохроматической или полихроматической мишени; *электрический проекционно-регистрационный периметр* – точный полуавтоматический метод исследования; *компьютерная периметрия* – позволяет определить границы ПЗ испытуемого точнее за счет проекций мишени в точке измерения с дуги на поверхность плоской линейки.

Геометрическая интерпретация отражает исследование ПЗ правого глаза испытуемого по основным и дополнительным меридианам (рис. 1), из которой следует, что при реализации отображения «мишени» на экране ПЭВМ наблюдаются незначительные пространственные искажения при измерении ПЗ испытуемого, обусловленные реализацией отображения точек измерения не на дуге (полусфере), а на плоской поверхности (линейке).

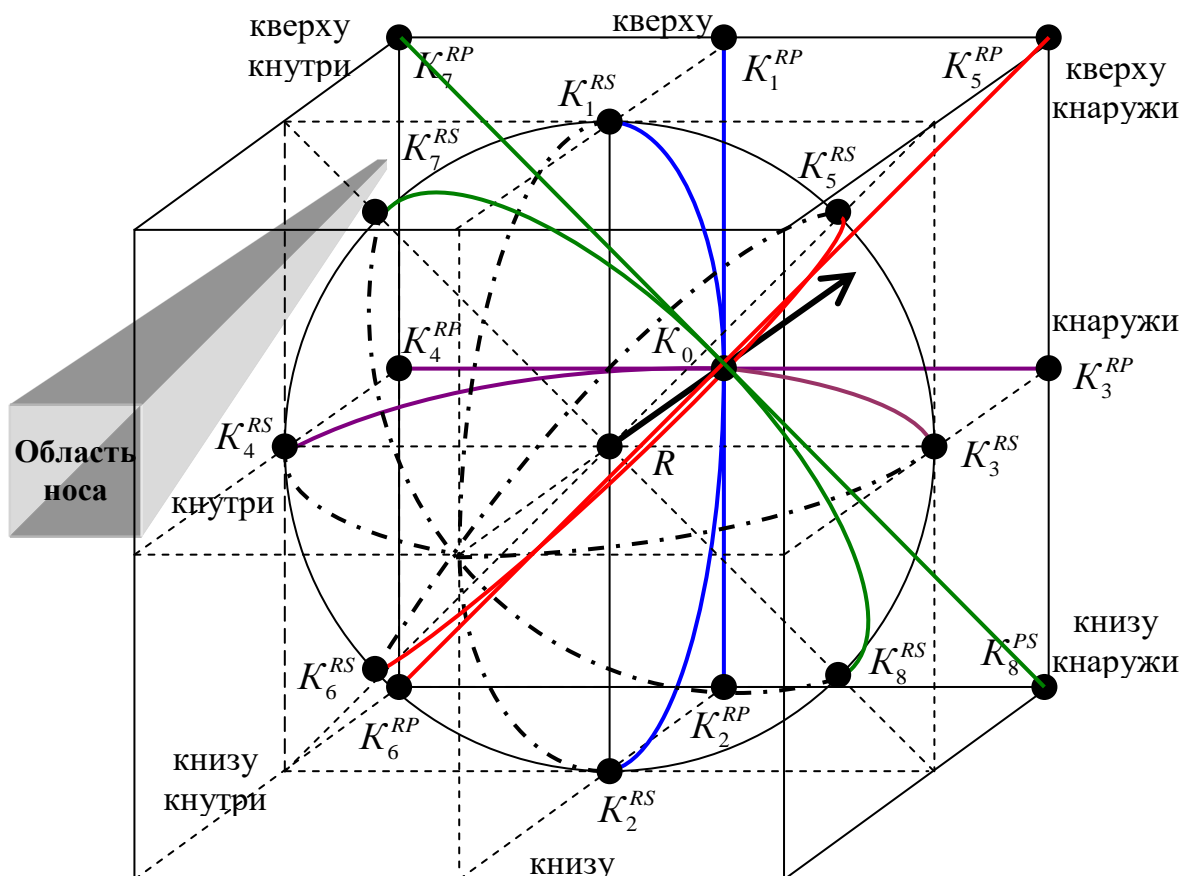


Рис. 1 Модель исследования поля зрения правого глаза испытуемого

Программная реализация предусматривает поправочные коэффициенты, которые учитывают размер диагонали монитора и пространственное искажение при измерении ахроматического и хроматического ПЗ.

При необходимости разработанную процедуру диагностики ахроматического и хроматического ПЗ можно использовать на устройствах отображения информации с большим размером просматриваемой диагонали: широкоформатное табло, плазменная панель, проекционная установка.

Программная реализация процедуры диагностики ахроматического и хроматического ПЗ КМ субъекта обучения оперирует в составе прикладного ДМ в нескольких режимах: администрирование, диагностика, анализ.

Непосредственно после запуска программы отображается главная кнопочная форма, а каждый режим функционирования программы содержит набор форм интерфейса, предназначенных для определенной категории пользователей: администратор, испытуемый и эксперт-офтальмолог.

При работе в режиме администрирования реализована возможность просмотра и модификации разных параметров, которые относятся: к методике исследования ахроматического и хроматического ПЗ испытуемого; влияют на отображение мишени в режиме диагностики; позволяют анализировать апостериорные данные измерения ПЗ контингента испытуемых.

При работе в режиме диагностики обеспечивается автоматическое исследование ахроматического и хроматического ПЗ одного или обоих глаз испытуемого посредством пошагового отображения мишени (круг, квадрат, цифра, буква) разного цвета и размера в определенных точках измерения согласно выбранному количеству направлений (меридианов).

В режиме анализа обеспечивается просмотр апостериорных данных измерения ПЗ испытуемого и сопоставление круговых диаграмм соответствующих среднестатистическому профилю с профилем испытуемого.

Практическое использование ТКМ и комплекса программ для автоматизации исследования ИОС с целью повышения эффективности функционирования системы АДО на основе КМ и результативности процесса формирования знаний контингента обучаемых осуществлялось в учебном процессе «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"» и «МБИ». Получено 3 авторских свидетельства.

Выявлены тенденции и зависимости между показателями посредством математической обработки апостериорных данных с использованием набора методов статистического анализа.

© Ветров Анатолий Николаевич, 2007 г., 2008 г.  
Особенности системного, финансового и сложного анализа  
на основе технологии когнитивного моделирования  
Сборник научных докладов (и мультимедиа-слайдов)

Редактор

Переводчик

---

Подписано в печать 31.12.08 г. Формат 60×84 1/16.  
Бумага офсетная. Печать офсетная. 1,38 печ. л.  
Гарнитура “Times New Roman”. Тираж \_\_\_\_ экз. Заказ 000.

---

© Ветров А.Н., 2007 г., 2008 г.  
РФ, г. Санкт-Петербург, [www.vetrovan.spb.ru](http://www.vetrovan.spb.ru)