

**ПРИКЛАДНОЙ ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПАРАМЕТРОВ
КОГНИТИВНОЙ МОДЕЛИ СУБЪЕКТА ОБУЧЕНИЯ
В АДАПТИВНОЙ СРЕДЕ**

А.Н. Ветров

г. Санкт-Петербург

Прикладной диагностический модуль выступает компонентом системы автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе параметрических когнитивных моделей, предназначен для автоматизации процесса исследования физиологических, психологических и лингвистических параметров в основе когнитивной модели субъекта обучения с целью реализации адаптивной генерации образовательных воздействий посредством использования разных средств обучения нового поколения, которые позволяют учитывать индивидуальные особенности обучаемых

**Информационно-образовательная среда, когнитивная модель,
технология когнитивного моделирования, прикладной диагностический модуль**

Введение и постановка научной задачи

Высокие темпы научно технического прогресса и уровень внедрения инноваций в области информационных технологий инициирует решение частных проблем информатизации информационно-образовательных сред (ИОС) современных образовательных центров и учреждений [1, 5].

Создание, системный анализ и повышение эффективности функционирования компонентов ИОС выступает сложной научно-технической проблемой, поскольку сейчас активно используются новые технологии поддержки технологического процесса индивидуально-ориентированного и адаптивного формирования знаний обучаемых в автоматизированных образовательных средах на основе средств обучения на расстоянии, что инициирует необходимость учета прикладных научных основ когнитивной информатики (Р. Солсо), частной физиологии анализаторов (В.М. Кроль, Ч.А. Измайлов), когнитивной психологии (В.Н. Дружинин) и прикладной лингвистики (М.Л. Гик) для дальнейшего научного обоснования выявленных зависимостей, закономерностей и связей.

Для системного анализа и исследования ИОС автором предлагается разработанная структура системы автоматизированного обучения (САО) со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей (КМ) [3, 4, 10], технология когнитивного моделирования (ТКМ) [6, 9, 12], а также блок параметрических КМ [2, 3, 6] как информационная основа для постановки и проведения системного анализа.

Формальное описание структуры системы автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей

В общем виде структура предложенной автором САО со свойствами адаптации на основе КМ формализуется посредством использования аппарата классической теории управления (рис. 1).

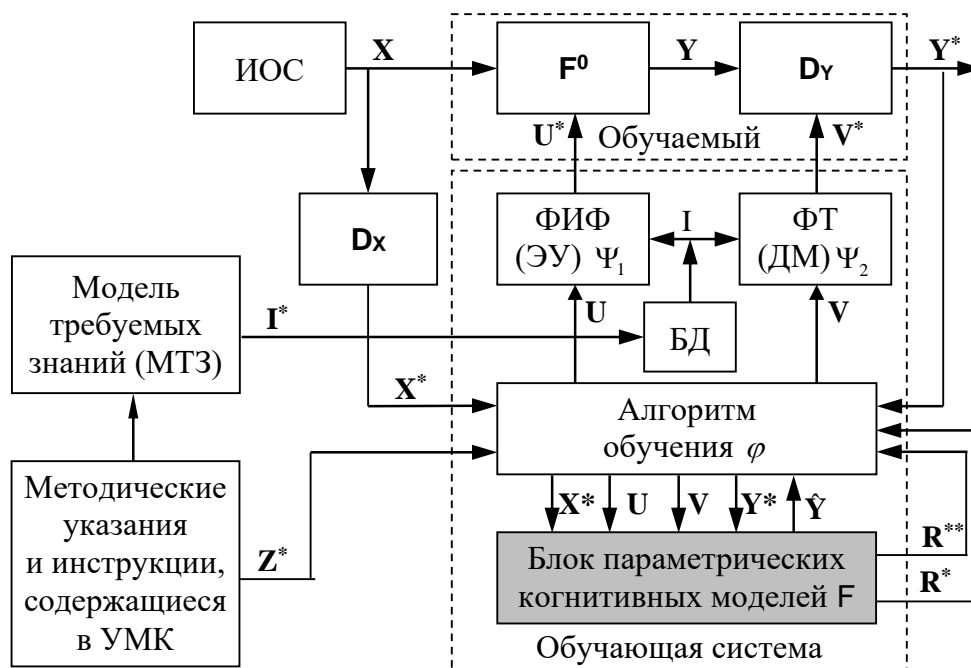


Рис. 1. Структурная схема системы обучения автоматизированного обучения

со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей

Представленная на схеме САО со свойствами адаптации на основе блока параметрических КМ функционирует как основной неотъемлемый компонент классической или автоматизированной ИОС и при этом структурно декомпозируется на несколько разнородных элементов:

- обучающая система – реализует генерацию последовательности образовательных воздействий: информационных фрагментов, вопросов тестов и заданий методик исследования;
- обучаемый – изучает содержание информационных фрагментов и отвечает на вопросы.

Обучающая система реализует генерацию упорядоченной последовательности информационно-образовательных воздействий, которые отражают содержание предмета изучения, при этом уровень прочих воздействий ИОС полагается пренебрежимо малым для целей определенности.

Обучаемый характеризуется определенным модифицируемым набором индивидуальных физиологических, психологических, лингвистических и прочих особенностей личности субъекта обучения (ИОЛСО), которые содержатся непосредственно в основе КМ субъекта обучения.

В предложенной структурной схеме САО с блоком КМ используется ряд обозначений:

- полиномиальная модель обучаемого (F^0) – включает набор различных параметров и значений весовых коэффициентов, которые характеризуют определенного обучаемого в среде;
- датчик D_x – обеспечивает непосредственное измерение уровня воздействия ИОС;
- датчик D_y – измеряет оценку результативности формирования знаний обучаемого;
- методические указания – содержат инструкции по использованию УМК со структурированным набором информационных фрагментов, отражающих содержание раздела, модуля, параграфа, страницы, каждый из которых содержит блоки разных контрольных вопросов;
- база данных (БД) – содержит структурированную информацию, выраженную в данных по отношению к предметной области для последующего отображения конечному обучаемому;
- модель требуемых знаний (МТЗ) – отражает требования институциональных органов, регламентирующих политику в области образования и потребителей, задачи и цели обучения, структурированный материал по определенному или нескольким предметам изучения;
- алгоритм обучения (Φ) – формирует последовательность возвращаемых значений, содержащих ссылки на обучающие воздействия в БД и параметры их отображения (U) посредством использования (разработанного автором) процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов [6, 10], а также последовательность возвращаемых значений ссылок на блоки контрольных вопросов (V) соответствующих разным элементам предмета изучения;
- формирователь информационных фрагментов (ФИФ) Ψ_1 – реализует индивидуально-ориентированную генерацию последовательности обучающих воздействий (U^*) с учетом ссылки на информационный фрагмент (U_i) и параметры блока параметрических КМ (R^* , R^{**});
- формирователь тестовых заданий (ФТ) Ψ_2 – реализует генерацию последовательности заданий из базы данных с методами исследования и отображение последовательности вопрос-ответных структур тестовых заданий (V^*) с учетом ссылок на информационные фрагменты (V_i);
- блок параметрических КМ (F) – содержит совокупность значений репертуаров параметров КМ субъекта обучения (R^*) и КМ средства обучения (R^{**}), которые характеризуют соответственно ИОЛСО и потенциальные технические возможности средства обучения при генерации последовательности информационных фрагментов средством обучения.

Основными техническими средствами генерации информационных фрагментов и измерения состояния обучаемых в САО со свойствами адаптации на основе параметрических КМ выступают:

- адаптивный электронный учебник [3, 6-8, 10, 11] – реализует индивидуально-ориентированную генерацию упорядоченной последовательности разнородных образовательных воздействий посредством использования процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов, функционирующего на основе блока параметрических КМ, который включает КМ двух основных типов: КМ субъекта обучения и КМ средства обучения;
- основной диагностический модуль (ДМ) [3, 6, 7, 10] – реализует автоматизацию процесса тестирования уровня остаточных знаний контингента обучаемых посредством использования предварительно сформированного набора тестов по различным предметным областям;
- прикладной ДМ [3, 6, 7, 10] – обеспечивает автоматизацию процесса диагностики индивидуальных физиологических, психологических, лингвистических и прочих особенностей контингента обучаемых в форме тестирования на основе заранее сформированного набора прикладных методов исследования, содержащихся в базе данных и информационном хранилище;
- блок параметрических КМ [2, 3, 6, 10, 12] – реализует дополнительный контур адаптации, позволяющий учитывать ряд индивидуальных особенностей контингента обучаемых, выступает информационной основой для проведения комплексного системного анализа информационной среды САО со свойствами адаптации на основе параметрических КМ, включает:
 - КМ субъекта обучения – агрегирует множество параметров, отражающих индивидуальные особенности восприятия, обработки и понимания содержания последовательности информационных фрагментов, изложенных на определенном языке изложения;
 - КМ средства обучения – аккумулирует набор параметров, характеризующих потенциальные технические возможности определенного средства обучения (адаптивного электронного учебник) при генерации разнородных информационных фрагментов различным способом, которые соответствуют модулю, разделу, параграфу и отражают предварительно структурированное содержание нескольких предметных областей.

Представленные компоненты САО со свойствами адаптации на основе КМ программно реализованы посредством использования интегрированной RAD (Rapid Application Development) среды объектно-ориентированного программирования Borland C++ Builder на языке высокого уровня C++.

**Предварительная, организационная, технологическая, техническая, методическая,
операциональная и научно-исследовательская подготовка диагностики**

Процедура диагностики индивидуальных особенностей контингента обучаемых посредством использования прикладного ДМ выступает сложным научно-техническим процессом, который включает совокупность различных итераций и требует определенной подготовки (рис. 2).

Применение источника информации (эксперт и книга)	Структурирование данных и выделение разделов, подразделов и параграфов	Структурирование данных на множество информационных фрагментов	Введение в соответствие блоку информации блока контрольных вопросов
Предварительная подготовка автоматизированного тестирования индивидуальных особенностей			
Подготовка вычислительного центра и классов	Развертывание аппаратного и программного обеспечения	Установка программного обеспечения хранилища данных	Установка программ диагностического модуля
Организационная подготовка автоматизированного тестирования индивидуальных особенностей			
Формирование актуального множества параметров КМ	Выделение последовательности этапов (заделов) исследования	Подбор методов исследования для диагностики набора параметров	Подготовка карточек для регистрации апостериорных данных
Технологическая подготовка автоматизированного тестирования индивидуальных особенностей			
Подбор имеющихся процедур для реализации диагностики	Автоматизация новых процедур для исследования новых параметров	Интеграция всех подобранных процедур диагностики в программу	Отладка прикладного диагностического модуля
Техническая подготовка автоматизированного тестирования индивидуальных особенностей			
Сбор сведений о прикладном диагностическом модуле	Выделение целей, задач и функций каждой из процедур диагностики	Разработка технического описания для персонала	Разработка методического обеспечения для предметных специалистов
Методическая подготовка автоматизированного тестирования индивидуальных особенностей			
Краткий инструктаж перед проведением диагностики	Выдача карточек для регистрации номинальных значений показателей	Отслеживание этапов цикла автоматизированного тестирования	Автоматизированная и ручная регистрация в базу данных и на карточки
Операциональная подготовка автоматизированного тестирования индивидуальных особенностей			
Формирование выборок на основе апостериорных данных	Аналитическое и графическое соответствие нормальности распределения	Подбор методов для математической обработки	Интерпретация зависимостей полученных на основе статистических методов
Научно-исследовательская подготовка автоматизированного тестирования индивидуальных особенностей			

Рис. 2. Классификация подготовительных мероприятий

перед исследованием индивидуальных особенностей контингента обучаемых

Особенности структуры прикладного диагностического модуля для автоматизации исследования индивидуальных особенностей контингента обучаемых

Прикладной ДМ предназначен для реализации автоматизации процесса исследования индивидуальных особенностей личности контингента обучаемых, выполнен по блочно-модульному принципу, при этом каждый его компонент находится на определенном уровне предложенной архитектуры и реализует ряд функций и набор задач в период исполнения его программной реализации:

- уровень интерфейса взаимодействия с пользователем – включает несколько разных интерфейсов взаимодействия для работы нескольких категорий пользователей в программе, преобладает декларативная основа функционирования при рассмотрении динамических форм;
 - интерфейс администратора – обеспечивает возможность просмотра и редактирования параметров всех методов исследования, учетных записей пользователей и апостериорных данных исследования ИОЛСО администратором и имеющимися экспертами;
 - интерфейс методиста – реализует возможность просмотра значений параметров когнитивной модели субъекта обучения для обоснования всех причин затруднений информационного обмена в процессе формирования знаний определенных обучаемых;
 - интерфейс преподавателя – обеспечивает возможность модификации параметров метода исследования в форме теста и позволяет изменить параметры отображения последовательности вопрос-ответных структур для реализации последующего тестирования;
 - интерфейс тьютора – реализует возможность работы помощника преподавателя;
 - интерфейс обучаемого – обеспечивает возможность прохождения диагностики ИОЛСО;
- уровень вычислительного ядра – содержит в своей основе несколько различных процессоров и процедур, которые обеспечивают пользователю выполнение ряда функций и задач, при этом преобладает процедурная основа функционирования, направленная на реализацию извлечения, сохранения и обработки информации, содержащейся в базе данных с параметрами метода исследования, апостериорными данными и учетными записями пользователей;
- уровень хранилища данных – обеспечивает сохранение разнородной информации, выраженной в данных, относящейся к методам исследования и учетным записям пользователей, предусматривает резервирование и восстановление актуальной и поврежденной информации.

Иерархическая разветвленная трехуровневая архитектура прикладного ДМ представлена на рис. 3 и включает множество различных компонентов, расположенных на нескольких уровнях.

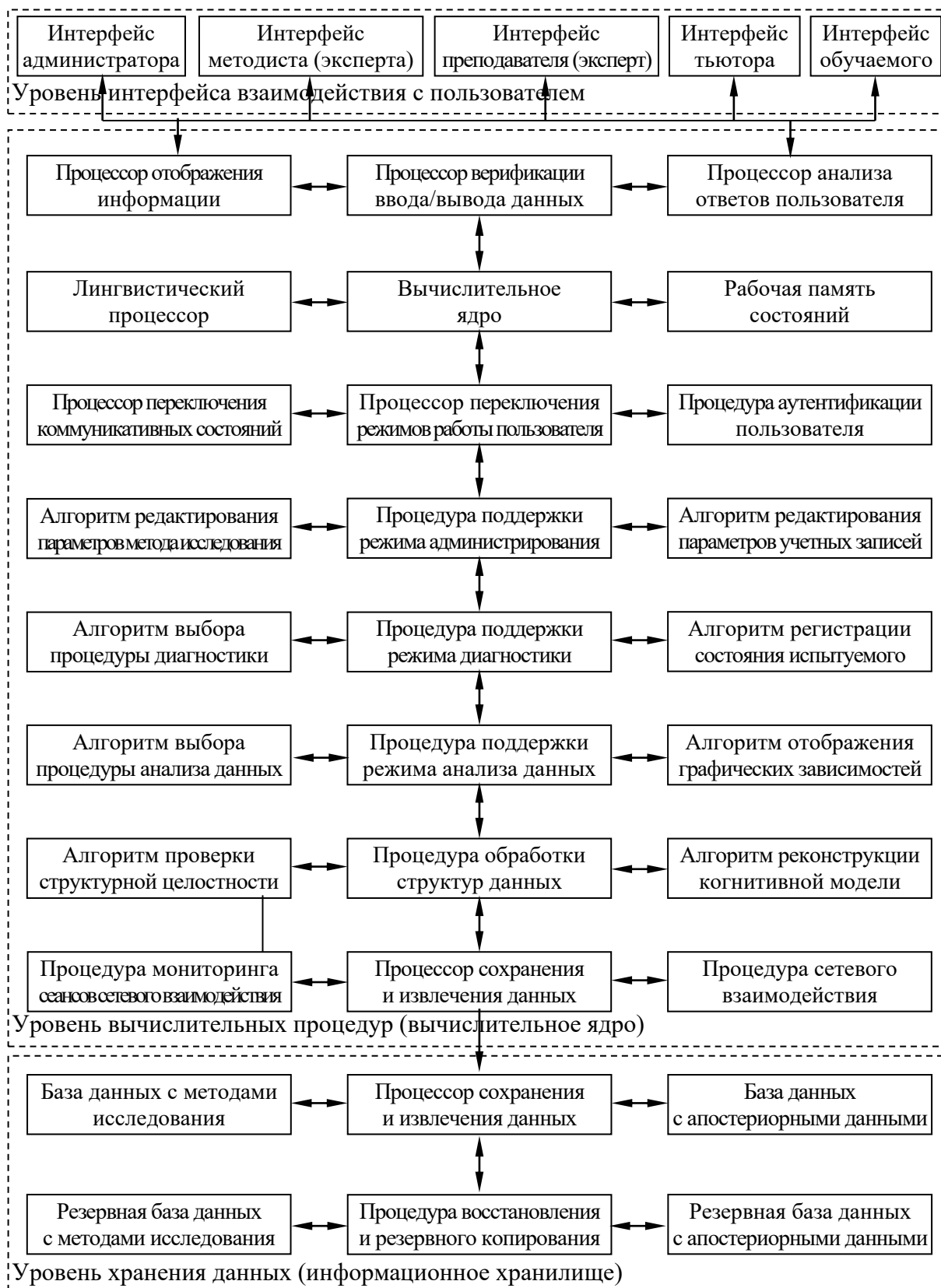


Рис. 3. Общая архитектура прикладного диагностического модуля

Архитектура прикладного ДМ включает несколько специальных процедур и алгоритмов:

- процессор отображения информации – обеспечивает непосредственное отображение заранее предустановленных параметров вопрос-ответных структур тестовых заданий для реализации контрольного тестирования (в электронном учебнике используется разработанный процессор адаптивной репрезентации последовательности информационных фрагментов);
 - процедура обработки и отображения параметров вопроса – позволяет реализовать отображение последовательности вопрос-ответных структур метода исследования по заранее предустановленным параметрам алгоритма тестирования в режиме администрирования;
 - алгоритм отображения номера вопроса по порядку и общего количества вопросов;
 - алгоритм отображения текстологического содержания вопроса и вариантов ответа;
 - алгоритм отображения графического содержания вопроса и вариантов ответа;
 - алгоритм воспроизведения мультимедиа сопровождения при отображении вопроса;
 - алгоритм ограничения интервала времени отображения каждого из вопросов;
 - алгоритм отображения параметров статуса испытуемого – реализует отображение множества параметров, характеризующих ИОЛСО и УОЗО в процессе тестирования с использованием сформированного набора методов исследования и тестов;
 - процедура активизации подсистемы объяснений – отображает разные комментарии;
 - алгоритм отображения пояснений непосредственно перед выполнением блока вопросов связанного с разделом – обеспечивает отображение краткой инструкции испытуемому перед каждым блоком однородных вопросов для корректной выработки ответа (связь между блоками контрольных вопросов, пояснениями и информационными фрагментами задается семантической моделью сохранения и извлечения информации в основе архитектуры адаптивного электронного учебника [3, 6, 8]);
 - алгоритм отображения пояснений в строке статуса интерфейсного окна – обеспечивает отображение кратких сообщений в строке статуса окна программы;
 - алгоритм анализа ответов пользователя и активизации подсистемы объяснения – реализует анализ корректности вариантов ответа испытуемого и инициирует отображение определенного объяснения к вопросу в случае неверного ответа;

- процедура расчета статуса испытуемого – обеспечивает расчет множества номинальных значений набора показателей, характеризующих физиологические, психологические, лингвистические и прочие индивидуальные особенности личности контингента испытуемых, которые выступают различными параметрами КМ субъекта обучения [3];
 - алгоритм анализа и сопоставления списка вариантов ответа пользователя и эталонных ответов – реализует сопоставление вариантов ответа пользователя с корректными вариантами ответа эксперта на каждый из вопросов метода исследования;
 - алгоритм расчета и отображения суммы правильных ответов испытуемого на вопросы теста – реализует подсчет суммы правильных ответов испытуемого на последовательность вопросов, которые входят в основу метода исследования или теста;
 - алгоритм расчета и отображения суммы набранных баллов за каждый правильный вариант ответа на вопрос теста – обеспечивает подсчет суммы набранных баллов за каждый (выбранный испытуемым) правильный вариант ответа на вопрос в тесте;
 - алгоритм выбора и учета функции оценивания и шкалы оценки испытуемого – обеспечивает подключение определенной функции оценивания и шкалы оценки;
 - алгоритм грубой оценки на основе суммы правильных ответов на вопросы – реализует калькуляцию номинальных значений показателей в рамках используемого метода исследования и номинала оценки уровня остаточных знаний контингента обучаемых на основе количества правильных ответов на перечень вопросов теста;
 - алгоритм точной оценки на основе суммы набранных баллов за каждый правильный вариант ответа на вопрос – обеспечивает расчет номинальных значений совокупности показателей в рамках используемого метода исследования и номинала оценки уровня остаточных знаний контингента обучаемых на основе разных предустановленных весовых коэффициентов для каждого из вариантов ответа задания;
 - алгоритм сохранения и отображения номинальных значений набора показателей как результата диагностики – реализует формирование и сохранение параметров статуса пользователя в базу данных с апостериорными результатами тестирования ИОЛСО и УОЗО согласно используемому методу исследования или тесту;

- процессор верификации ввода/вывода данных – реализует управление потоком ввода и вывода структурированных данных между вычислительными процедурами и информационными полями, которые расположены на разных формах интерфейса прикладного ДМ;
 - алгоритм проверки корректности структуры входного и выходного потока данных – сопоставление данных с принятыми масками ввода информации в основе прикладного ДМ;
 - алгоритм проверки структурной целостности данных – реализует проверку корректности используемых и передаваемых элементов структур данных между компонентами архитектуры прикладного ДМ в ходе работы пользователей в различных режимах;
- вычислительное ядро – реализует централизованное управление входными и выходными потоками информации, обеспечивает обработку структур данных в режиме администрирования, диагностики и анализа апостериорных данных, поддерживает сетевое взаимодействие;
- процессор анализа ответов пользователя – реализует верификацию предустановленных вариантов ответа эксперта с выбранными или введенными вариантами ответа испытуемого в разных информационных полях формы интерфейса программы в режиме диагностики;
 - процедура обработки и отображения параметров вопроса – в режиме диагностики реализует отображение заданной последовательности контрольных вопросов с учетом заранее предустановленных параметров алгоритма тестирования в режиме администрирования;
 - алгоритм отображения текстологического содержания вопроса – реализует выбор, загрузку и вывод испытуемому формулировки определенного вопроса в составе теста;
 - алгоритм отображения графического содержания вопроса – обеспечивает загрузку графического изображения, которое сопровождает определенный вопрос теста;
 - алгоритм отображения мультимедиа сопровождения вопроса – реализует воспроизведение испытуемому аудио- и видео-потоков, записанных в различных файлах;
 - алгоритм учета интервала времени отображения вопроса – позволяет учитывать номинальное значение интервала времени отображения определенного вопроса;
 - процедура обработки и отображения параметров вариантов ответа на вопрос – в режиме диагностики реализует непосредственное отображение перечня вариантов ответа на каждый вопрос теста с учетом заранее заданных параметров в режиме администрирования;

- алгоритм редактирования текстологического содержания вариантов ответа – позволяет изменить текст, который выступает формулировками вариантов ответа на вопрос;
- алгоритм редактирования графического содержания вариантов ответа – реализует установку графических изображений ко всем вариантам ответа на каждый вопрос;
- алгоритм модификации типа селектора, функции оценивания и шкалы оценки – позволяет пользователю задать тип селектора вариантов ответа на вопрос (единственный корректный вариант ответа из нескольких предложенных или несколько правильных вариантов ответа из ряда предложенных), а также задать количество баллов начисляемых за каждый правильный вариант ответа на вопрос, выбранный испытуемым или установить пороговые значения на интервалах шкалы оценивания для соотнесения суммы набранных баллов соответствующему номинальному значению оценки уровня остаточных знаний испытуемого при выполнении теста (в рамках метода исследования);
- алгоритм установки и редактирования номиналов весовых коэффициентов – позволяет задать номинальные значения весовых коэффициентов для последующего расчета показателей теста, суммы набранных баллов и суммы штрафных баллов;
- процедура обработки событий, инициированных пользователем на панели навигации – реализует обработку нажатий на кнопки управления при работе пользователя в режиме администрирования параметров метода исследования и в режиме диагностики;
- алгоритм переключения на первый, предыдущий, следующий или последний вопрос – реализует безусловный переход на первый, предыдущий, следующий или последний (отображаемый администратору) вопрос из базы данных прикладного ДМ;
- алгоритм сохранения параметров вопроса и отмены внесенных модификаций – реализует сохранение параметров вопроса в базу данных прикладного ДМ и обеспечивает отмену внесенных изменений во всех информационных полях интерфейса;
- алгоритм проверки соответствия данных в информационных полях маске ввода – реализует проверку корректности структур данных, введенных пользователем;
- алгоритм отображения пояснений назначения функциональных клавиш – реализует отображение определенных всплывающих подсказок о назначении разных клавиш;

- рабочая память состояний – реализует промежуточное хранение значений параметров, которые не используются вычислительным процессором в пределах рабочего цикла;
- лингвистический процессор – обеспечивает переключение языка при отображении идентификаторов различных элементов, расположенных на интерфейсных формах прикладного ДМ и реализует выбор определенной локализации используемого метода исследования;
 - процедура выбора локализации метода исследования и интерфейса приложения – предоставляет возможность выбора языка для отображения параметров метода исследования и идентификаторов различных элементов интерфейса прикладного ДМ;
 - алгоритм выбора локализации интерфейса прикладного ДМ и используемого метода исследования (теста) – позволяет пользователю выбрать определенный язык для отображения идентификаторов элементов интерфейса на формах в разных режимах;
 - алгоритм загрузки параметров метода исследования (теста) – реализует загрузку разных параметров метода исследования для обеспечения процесса тестирования;
 - алгоритм сортировки параметров метода исследования (теста) – реализует сортировку параметров последовательности вопрос-ответных структур используемого метода исследования или теста в последовательном или произвольном порядке;
 - алгоритм загрузки идентификаторов элементов интерфейса – обеспечивает загрузку всех наименований различных элементов интерфейса на определенном языке;
 - процедура формирования текстологического содержания комментариев – реализует переключение и отображение всех пояснительных надписей на определенном языке;
 - алгоритм формирования текстологического содержания всплывающих подсказок к элементам интерфейса – вывод описания элементов интерфейса на заданном языке;
 - алгоритм формирования текстологического содержания подсказок, отображаемых в строке статуса интерфейсного окна прикладного ДМ – обеспечивает систематическое отображение испытуемому вспомогательных надписей в строке статуса;
 - алгоритм формирования текстологического содержания подсказок отображаемых перед каждым блоком вопросов в процессе тестирования – реализует вывод разъяснений по выполнению каждого блока вопросов в основе метода исследования;

- процедура формирования текстологического содержания вопроса и вариантов ответа;
 - алгоритм формирования текстологического содержания вопроса – обеспечивает представление текстологического содержания вопроса на определенном языке;
 - алгоритм формирования текстологического содержания вариантов ответа на вопрос – представление текстологического содержания вариантов ответа на вопросы теста;
- процедура формирования идентификаторов различных элементов интерфейса;
 - алгоритм формирования идентификаторов элементов на формах интерфейса прикладного ДМ – содержание надписей элементов интерфейса на определенном языке;
- процессор переключения коммуникативных состояний – поддерживает конструирование структуры коммуникативного акта, состоящего из последовательности коммуникативных шагов между пользователем и интерфейсом прикладного ДМ в разных режимах работы;
 - процедура выбора стратегии и последовательности ведения диалога – позволяет установить вид стратегии и последовательность следования элементов диалога с пользователем;
 - алгоритм выбора стратегии диалога с пользователем в информационной среде автоматизированного обучения – реализует переключение стратегий ведения диалога;
 - алгоритм формирования последовательности коммуникативных шагов диалога – реализует возможность создания коммуникативных эпизодов из ряда шагов;
 - алгоритм анализа корректности последовательности коммуникативных шагов – реализует проверку корректности всех выполненных действий пользователя;
 - алгоритм переключения шагов в пределах коммуникативного акта – реализует возможность просмотра последовательности ответов, введенных испытуемым;
- процессор переключения режимов работы пользователя – реализует выбор определенного режима работы одного из пользователей и первичную инициализацию его параметров;
 - процедура аутентификации пользователя – реализует авторизацию и разграничение прав доступа пользователей к разным режимам функционирования прикладного ДМ;
 - алгоритм регистрации нового пользователя в базе данных с учетными записями – реализует автоматизированное добавление различных параметров учетной записи каждого нового пользователя непосредственно при первичной регистрации;

- алгоритм регистрации существующего пользователя – обеспечивает ввод параметров учетной записи и сквозную идентификацию зарегистрированного пользователя;
- алгоритм сортировки, добавления, удаления и модификации параметров учетных записей – обеспечивает возможность переключения и редактирования параметров групп и номинальных пользователей, а также апостериорных данных тестирования;
- алгоритм просмотра и редактирования апостериорных данных тестирования – просмотр и модификация значений ключевых показателей статуса испытуемого;
- процедура поддержки режима администрирования – обеспечивает непосредственное выполнение всех функций определенного пользователя в режиме администрирования;
 - алгоритм изменения параметров теста – модификация текстологического и графического содержания формулировок вопроса и вариантов ответа, количества и типа селектора признака корректности вариантов ответа, интервала времени отображения вопроса;
 - алгоритм редактирования параметров учетных записей пользователей – позволяет просмотреть дату и время проведения тестирования на основе выбранного метода, изменить код и идентификатор группы, Ф.И.О., возраст, пол, пароль, ИОЛСО, УОЗО;
- процедура поддержки режима диагностики – обеспечивает тестирование ИОЛСО;
 - алгоритм выбора процедуры диагностики – подключение метода исследования;
 - алгоритм регистрации параметров состояния испытуемого – запись в базу данных;
- процедура поддержки анализа данных – просмотр и обработка апостериорных данных;
 - алгоритм выбора процедуры анализа данных – математический анализ данных;
 - алгоритм отображения графических зависимостей – интерпретация данных;
- процедура обработки структур данных – анализ параметров информационных полей;
 - алгоритм проверки структурной целостности данных – неразрушающий контроль данных;
 - алгоритм реконструкции КМ – модификации первого и второго уровня структуры КМ;
- процессор сохранения и извлечения данных – реализует загрузку и выгрузку данных;
 - процедура мониторинга сеансов сетевого взаимодействия – отслеживает сеансы доступа;
 - процедура сетевого взаимодействия – управляет процессом доступа к прикладному ДМ;
- процессор сохранения и извлечения данных – доступ к базе данных прикладного ДМ;
 - процедура архивирования и резервного копирования – резервирование данных;
 - процедура восстановления поврежденных структур данных и информации.

Классификация ответов пользователя, поддерживаемых прикладным диагностическим модулем

Для реализации процедуры автоматизированного тестирования в среде автоматизированного обучения на основе КМ используется несколько типов контрольных вопросов в составе теста (рис. 4).

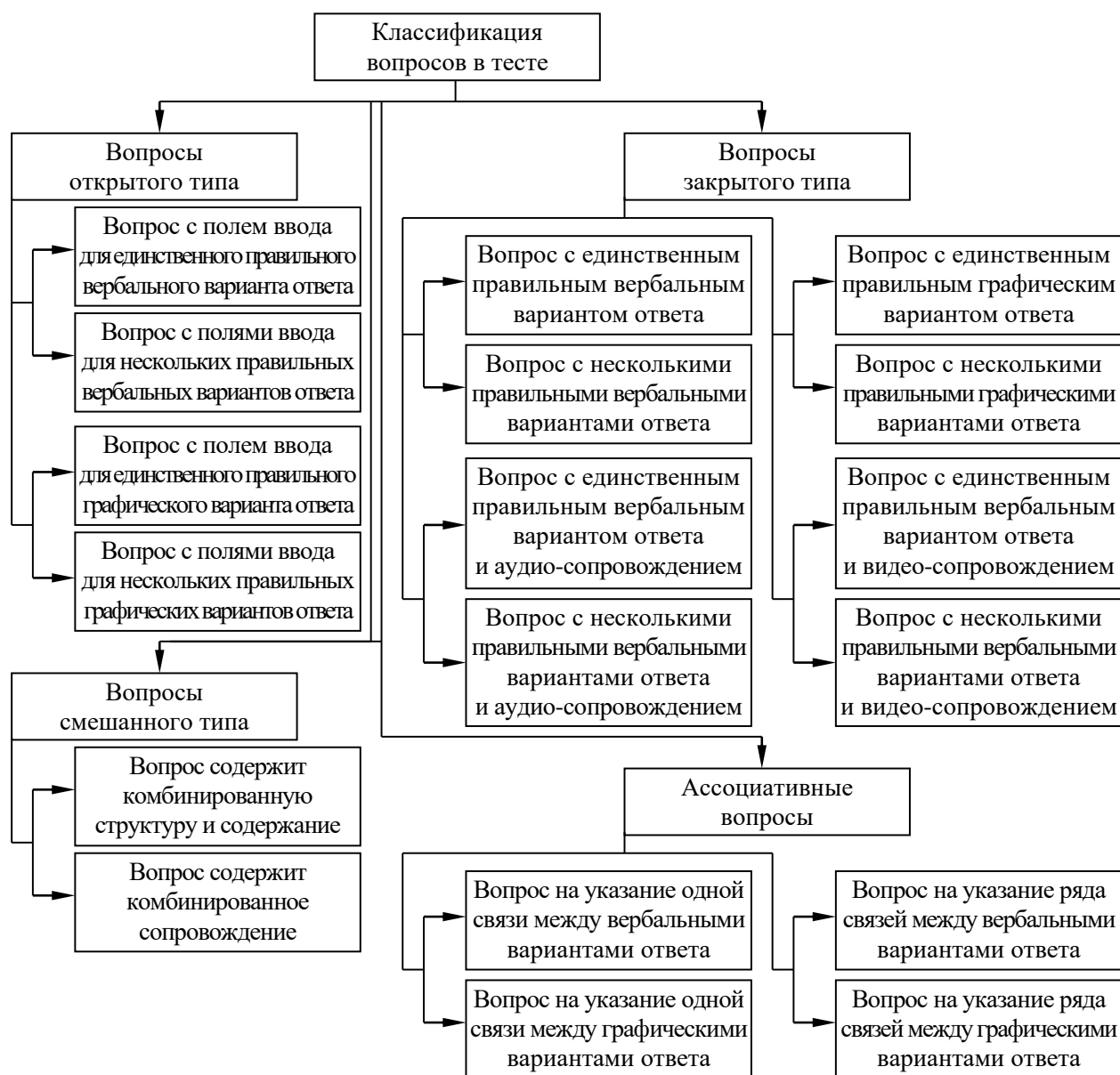


Рис. 4. Классификация вопросов, используемых в ходе тестирования

Вопросы открытого типа предусматривают возможность ввода свободного ответа пользователя в специальное информационное поле или несколько информационных полей на форме интерфейса.

Вопросы закрытого типа не предусматривают возможность пользователю ввода вариантов ответа в свободной форме, поэтому предполагают использование селекторов признака корректности для реализации выбора нормативно единственного или нескольких правильных вариантов ответа.

Вопросы комбинированного типа могут содержать гибридную структуру и содержание.

**Набор специальных процедур диагностики индивидуальных особенностей контингента
обучаемых на основе технологии когнитивного моделирования**

Прикладной ДМ содержит специальные процедуры для реализации диагностики (рис. 5).

Набор процедур для исследования параметров физиологического портрета	Набор процедур для исследования параметров психологического портрета	Набор процедур для исследования параметров лингвистического портрета
Процедуры исследования зрительной сенсорной системы	Процедуры исследования интеллектуальных способностей	Процедуры исследования лингвистических способностей
Алгоритмы выявления аномалий восприятия пространства (м. Сивцева Д.А., периметр, стереоскоп)	Алгоритмы диагностики конвергентных способностей (м. Амхауэра Р.)	Алгоритмы диагностики уровня владения национальным языком изложения (м. «Института филологии» «СО» «РАН»)
острота зрения	вербальный интеллект	владение нац. языком
поле зрения	классификация	
бинокулярное зрение	ассоциативность	
Алгоритмы выявления аномалий цветового зрения (м. Рабкина Е.Б., Юстовой Е.Н.)	матем. способности	Алгоритмы диагностики уровня владения иностранным языком изложения (м. «Колчестерского образовательного центра»)
ахромазия	комбинаторика	владение языком
протанопия	обобщение понятий	
дейтеранопия	мнемоника и память	
тританопия	плоскостное мышление	
Алгоритмы выявления аномалий аккомодации (таблицы с символами)	объемное воображение	Алгоритмы диагностики уровня владения словарем терминов и ключевых определений (м. вспомогательный тест по определенной дисциплине)
астигматизм	Алгоритмы диагностики дивергентных способностей (м. Медника С.А., Торренса Е.П.)	владение терминами
миопия	вербальная оригинальность	
гиперметропия	вербальная ассоциативность	Алгоритмы диагностики уровня владения элементами интерфейса программного средства в системе обучения (м. вспомогательный тест по определенной программе)
Процедуры исследования слуховой сенсорной системы	вербальная уникальность	владение интерфейсом
Алгоритмы выявления абсолютной акустической чувствительности (генератор и синтезатор звуков)	вербальная селективность	
верхний порог	образная оригинальность	
нижний порог	образная ассоциативность	
Алгоритмы выявления абсолютной акустической чувствительности (синтезатор звуков)	образная уникальность	
верхний интервал	образная селективность	
средний интервал	Алгоритмы диагностики типа обучаемости	
нижний интервал	имплицитная	Алгоритмы диагностики уровня владения терминами в области информационных и коммуникационных технологий (м. вспомогательный тест по теории информации)
	эксплицитная	владение терминами ИТ
	Алгоритмы диагностики когнитивных стилей	
	полезависимость / полenezав.	
	импульсивность / рефлексивность	
	ригидность / гибкость	
	конкретизация / абстрагирование	
	когнитивная простота / сложность	
	категориальная узость / широта	
		см. структуру когнитивной модели субъекта обучения [3, 6, 12]

Рис. 5. Процедуры исследования в основе прикладного диагностического модуля

Особенности практического использования прикладного диагностического модуля

Технологический процесс управляемого формирования знаний контингента обучаемых в САО на основе КМ выступает структурно сложным и включает технологические заделы и этапы (рис. 6):

- разработка учебно-методического комплекса и подбор методов исследования ИОЛСО – методы исследования ИОЛСО подлежат автоматизации и включению в базу данных;
- планирование учебно-методической работы и разработка научных исследований – планы научных исследований ориентированы на анализ проблемной среды и подбор актуального множества параметров для включения в экспериментальные КМ для диагностики;
- планирование работы преподавателей и разработка планов тестирования ИОЛСО – создание комплекса регламентированных мероприятий, ориентированных на постановку серии экспериментальных исследований информационного взаимодействия субъектов и средств обучения, которые позволяют обеспечить системный анализ ИОС и САО на основе КМ;
- реализация НИР и формирование тестов ИОЛСО – подбор набора методов исследования параметров КМ субъекта обучения для их последующей автоматизации в виде специальных процедур, которые сохраняются в базе данных с целью реализации тестирования;
- реализация учебных и контрольных мероприятий, проведение тестирования ИОЛСО – организационная и техническая подготовка автоматизированного тестирования ИОЛСО.

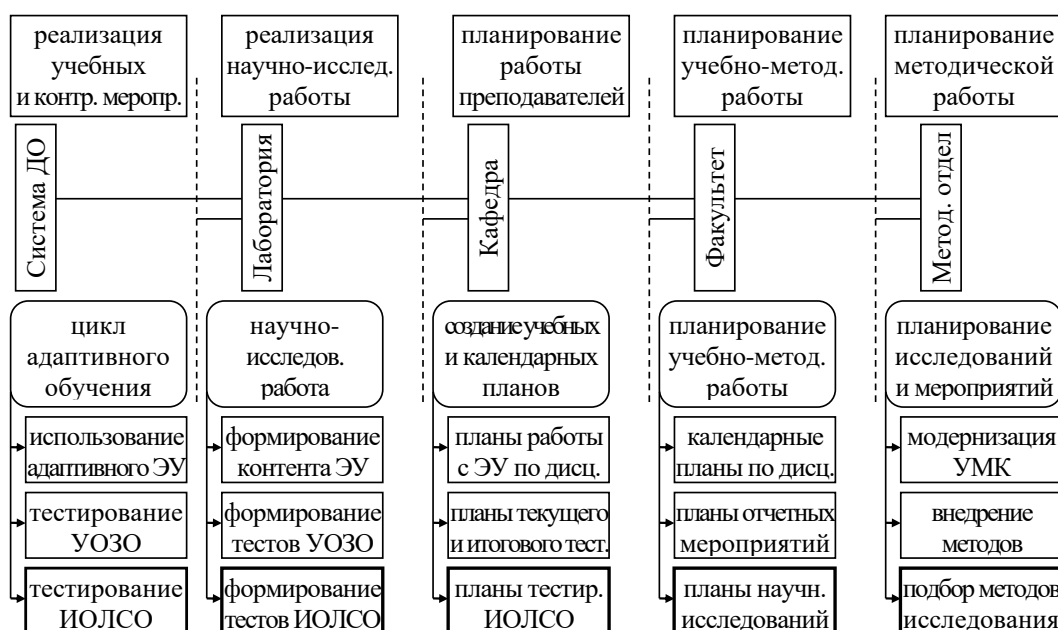


Рис. 6. Организационные и технологические модификации информационной среды

образовательного учреждения при использовании прикладного диагностического модуля

Ввод структурированных данных относящихся к определенному методу исследования и данных учетных записей пользователей в базу данных прикладного ДМ осуществляется в режиме администрирования, а собственно автоматизированное исследование различных ИОЛСО в форме тестирования осуществляется непосредственно при работе испытуемого в режиме диагностики.

На рис. 7 представлен интерфейс прикладного ДМ в режиме администрирования параметров метода исследования конвергентных интеллектуальных способностей КМ субъекта обучения.

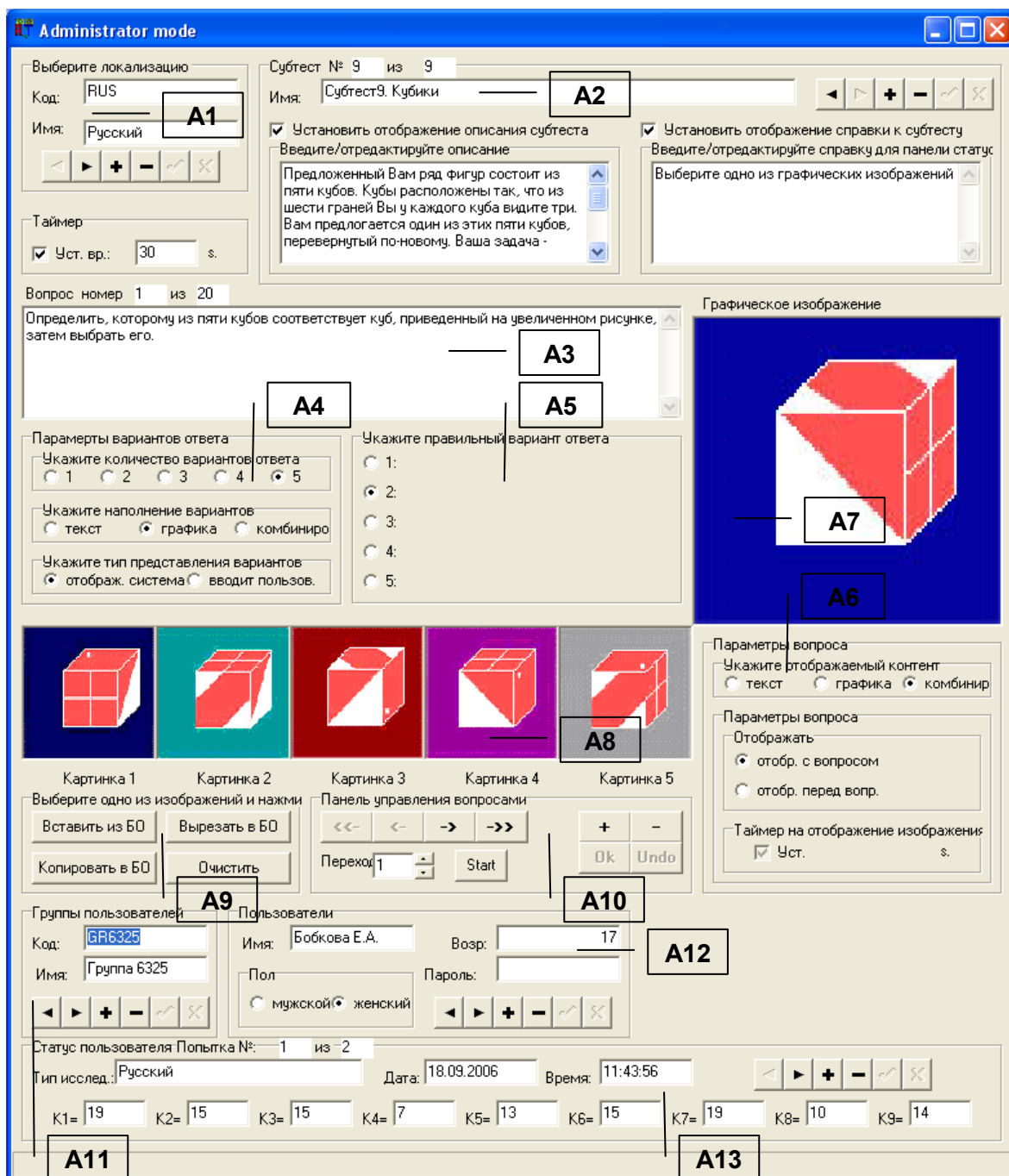


Рис. 7. Интерфейс прикладного диагностического модуля в режиме администрирования метода исследования конвергентных интеллектуальных способностей Амтхауэра Р.

Для администрирования базы данных с параметрами метода исследования и учетных записей пользователей применяют ряд элементов интерфейса: поле редактирования перечня локализаций метода исследования (А1); поле редактирования перечня наименований блоков вопросов (субтестов), селектор признака отображения и поле текстологического содержания формулировки пояснения выводимого перед каждым субтестом в отдельном всплывающем окне в ходе диагностики, селектор признака отображения и поле текстологического содержания формулировки пояснения, выводимого в строке статуса интерфейсного окна в режиме диагностики (А2); поле редактирования текстологического содержания формулировки вопроса (А3); панель управления с селекторами количества, типа контента и способа выбора вариантов ответа на вопрос в режиме диагностики (А4); признак корректности и перечень текстологических содержаний вариантов ответа на вопрос (А5); панель управления с селекторами типа контента вопроса, способа отображения вопроса, номинального значения интервала времени отображения формулировки вопроса (А6); панель редактирования графического сопровождения вопроса (А7); панель редактирования графического содержания вариантов ответа на вопрос (А8); панель управления графическими изображениями вариантов ответа (А9); панель управления переключением на первый, предыдущий, следующий и последний вопрос с возможностью добавления, удаления, сохранения и отмены внесенных изменений в информационные поля (А10); панель редактирования кода и наименования группы (А11); панель редактирования параметров учетных записей пользователей (А12); панель отображения апостериорных данных испытуемых с возможностью переключения попыток (А13).

Используется ряд обозначений субтестов и параметров: К₁ – «Логический отбор», вербальный интеллект; К₂ – «Поиск общих признаков», обобщение; К₃ – «Поиск вербальных аналогий», аналитичность мышления; К₄ – «Классификация понятий», классификация; К₅ – «Арифметические задачи», арифметический счет; К₆ – «Числовые ряды», комбинаторика; К₇ – «Мнемоника и память», мнемоника и память; К₈ – «Плоские фигуры», плоскостное мышление; К₉ – «Кубы», объемное воображение.

Интерфейс прикладного ДМ в режиме диагностики образной креативности (рис. 8) содержит: поле индикации номера по порядку, общего количества и текста формулировки вопроса (А1); поле индикации графического изображения со стимулом (А2); поле индикации списка вариантов ответа введенных пользователем (А3); поле индикации выделенного или вводимого пользователем варианта ответа на вопрос с возможностью добавления и удаления (А4); кнопка подтверждения списка ответов испытуемого, инициирующая переход к следующему вопросу (А5); статус испытуемого (А6).

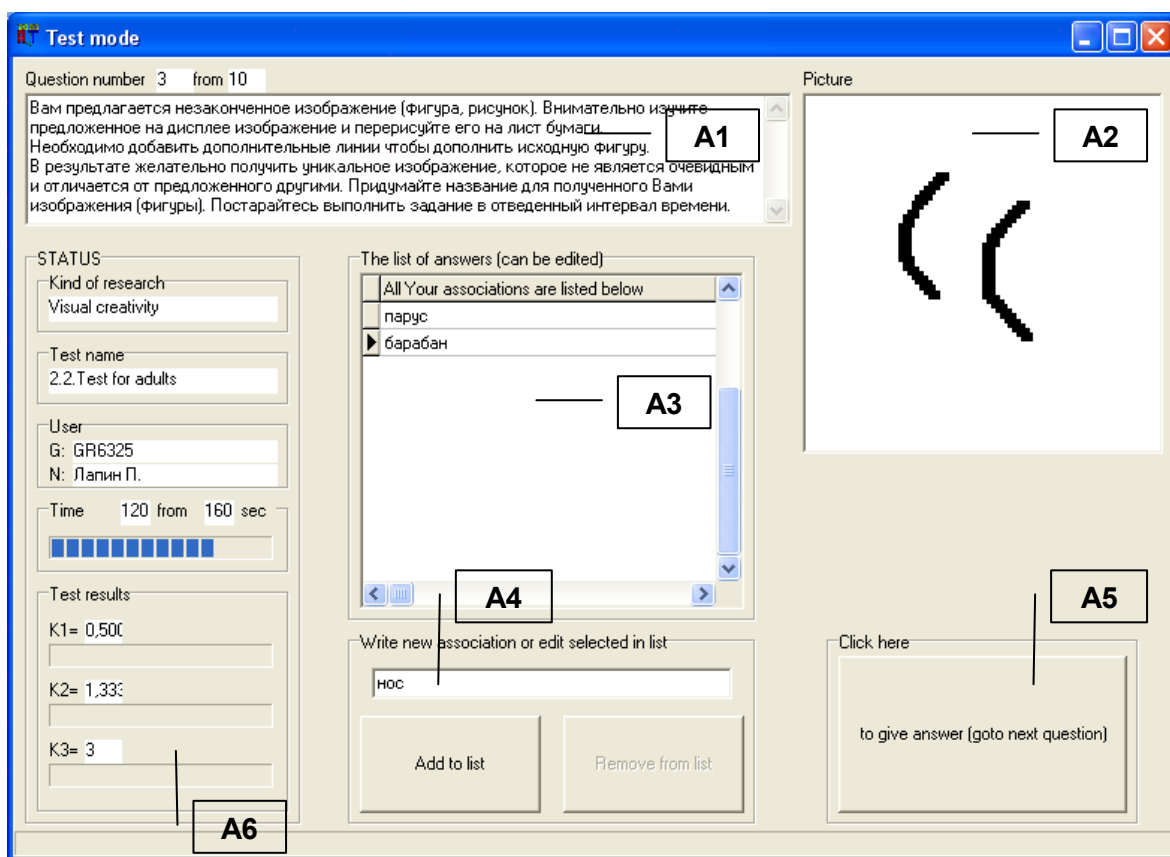


Рис. 8. Интерфейс прикладного диагностического модуля в режиме диагностики

дивергентных интеллектуальных способностей (методы Торренса Е.П., Медника С.А.)

На рис. 9 представлена интерфейсная форма прикладного ДМ в режиме администрирования параметров метода исследования образной креативности: панель редактирования текстологического содержания формулировки вопроса (A1); панель редактирования графического изображения, сопровождающего вопрос (A2); панель установки параметров отображения вопроса (A3); панель ввода перечня вариантов ответа (A4); панель редактирования статуса учета варианта ответа в расчетах, наименования и индекса оригинальности определенного варианта ответа (A5); панель управления графическим изображением (A6); панель редактирования периода времени отображения вопроса (A7); панель управления мультимедиа сопровождения (A8); панель редактирования перечня кодов и наименований групп пользователей (A9); панель просмотра и редактирования параметров учетных записей пользователей (A10); панель просмотра и редактирования апостериорных данных диагностики с возможностью переключения между разными попытками (A11).

База данных в основе разработанного прикладного ДМ обеспечивает хранение параметров используемых методов исследования, всех параметров учетных записей пользователей и полученных в результате похождения автоматизированной диагностики апостериорных данных испытуемых.

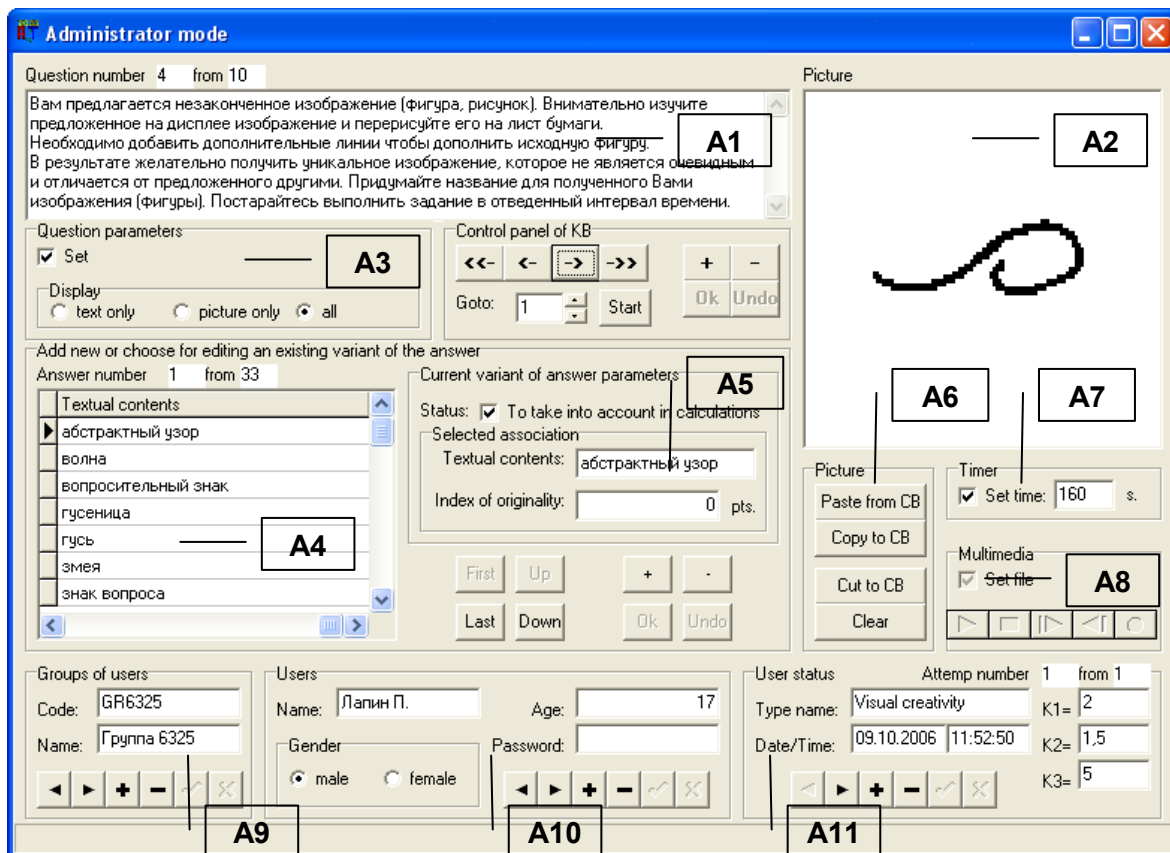


Рис. 9. Интерфейс прикладного диагностического модуля в режиме диагностики дивергентных интеллектуальных способностей

Текущие и результирующие апостериорные данные автоматически сохраняются в базе данных.

Выводы и статистические закономерности на основе апостериорных данных

1. Практическое использование полученных научных и практических результатов осуществлялось в учебном процессе «Международного банковского института» с 2004 г. и «Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета "ЛЭТИ"» с 2003 г., в ходе проведения исследований были получены акты о практическом использовании и три авторских свидетельства.

2. Оценка эффективности адаптивной САО на основе КМ производилась с использованием общепринятых показателей эффективности (результативности) процесса автоматизированного формирования знаний контингента обучаемых: $\mathbf{K} = \{k_1; k_2; k_3\} = \left\{ Y_2 - Y_1; \frac{Y_2}{Y_1}; \frac{Y_2 - Y_1}{Y_1} 100\% \right\}$,

где коэффициенты k_1 , k_2 , k_3 соответственно обозначают абсолютный, сравнительный и относительный показатели эффективности (результативности) формирования знаний [3, 6, 10], а результаты статистической обработки апостериорных данных серии экспериментов обобщены и сведены в табл. 1.

Результаты первичного статистического анализа результативности обучения

Показатель	Номер группы обучаемых							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Показатели результативности обучения за 2004 г.								
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 ср. балла	0,686	0,845	0,779	0,502	0,802	0,507	-	-
Показатели результативности обучения за 2005 г.								
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 ср. балла	0,817	0,785	0,824	0,8	0,859	0,811	0,559	0,894
Показатели результативности обучения за 2006 г. (с исп. 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 ср. балла	0,707	0,656	0,775	0,751	0,572	0,612	0,858	0,853
Результаты первичного статистического анализа								
Показатели, отражающие изменение эффективности обучения за 2004-2005 г.								
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	-9,781	-0,345	-7,023	-	-
Изменение СКО	0,131	-0,06	0,045	0,298	0,057	0,304	-	-
Показатели, отражающие изменение эффективности обучения за 2005-2006 г.								
k_1	0,167	0,563	0,004	-0,452	-0,122	-0,318	-0,241	-0,182
k_2	1,039	1,139	1,001	0,891	0,97	0,922	0,949	0,955
$k_3, \%$	3,854	13,915	0,091	-10,865	-3,018	-7,773	-5,132	-4,55
Изменение СКО	-0,11	-0,129	-0,049	-0,049	-0,287	-0,199	0,299	-0,041

3. В результате регрессионного анализа апостериорных данных полученные значения коэффициента множественной корреляции ($KMK=0,558$) и коэффициента множественной детерминации ($KMD=0,312$) свидетельствуют, что 31,2% дисперсии зависимой переменной \hat{Y}_i (оценка УОЗО) определяется вариацией значений коэффициентов (предикторов) K_i , находящихся в полученной линейной регрессионной модели $\hat{Y}(K_i)$. Были рассчитаны значения исходных (β) и стандартизованных коэффициентов (β') и получена линейная регрессионная модель $\hat{Y}(K_i)$, где константа равна 4,653. В результате сформировано уравнение множественной регрессии следующего вид:

$$Y = 4,653 - 0,006VOZR - 0,002K_7 - 0,156K_8 + 0,121K_9 + 0,064K_{14} - 0,029K_{15} + 0,006K_{16} - 0,074K_{17} + 0,025K_{18} - 0,009K_{19} - 0,026K_{20} + 0,001K_{21} + 0,035K_{22} + 0,013K_{23} + 0,009K_{24} - 0,008K_{25} - 0,111K_{27} - 0,008K_{28} + 0,032K_{29} + 0,022K_{45}$$

Фактором (зависимой переменной) выступает результативность обучения Y , а предикторами в полученной линейной множественной регрессионной модели являются: Vo_{zr} – возраст, K_7 – протанопия, K_8 – дейтеранопия, K_9 – тританопия, K_{14} – вербальный интеллект, K_{15} – обобщение, K_{16} – аналитичность мышления, K_{17} – классификация, K_{18} – арифметический счет, K_{19} – комбинаторика, K_{20} – мнемоника и память, K_{21} – плоскостное мышление, K_{22} – объемное воображение, K_{23} – вербальная оригинальность, K_{24} – вербальная ассоциативность, K_{25} – вербальная селективность, K_{27} – образная оригинальность, K_{28} – образная ассоциативность, K_{29} – образная селективность, K_{45} – уровень владения языком изложения материала в информационных фрагментах.

4. ТКМ позволяет реализовать дополнительный контур адаптации на основе блока КМ, а также провести комплексный системный анализ ИОС, направленный на повышение эффективности функционирования системы АДО и результативности процесса формирования знаний обучаемых.

5. В ходе дискриминантного анализа выделены группы обучаемых в зависимости от показателя результативности обучения (оценка УОЗО): «5» – отличники; «4» – хорошисты; «3» – троечники.

Рис. 10 отражает геометрическую интерпретацию расположения центроидов классов, соответствующих выделенным группам обучаемых в пространстве координат двух канонических функций.

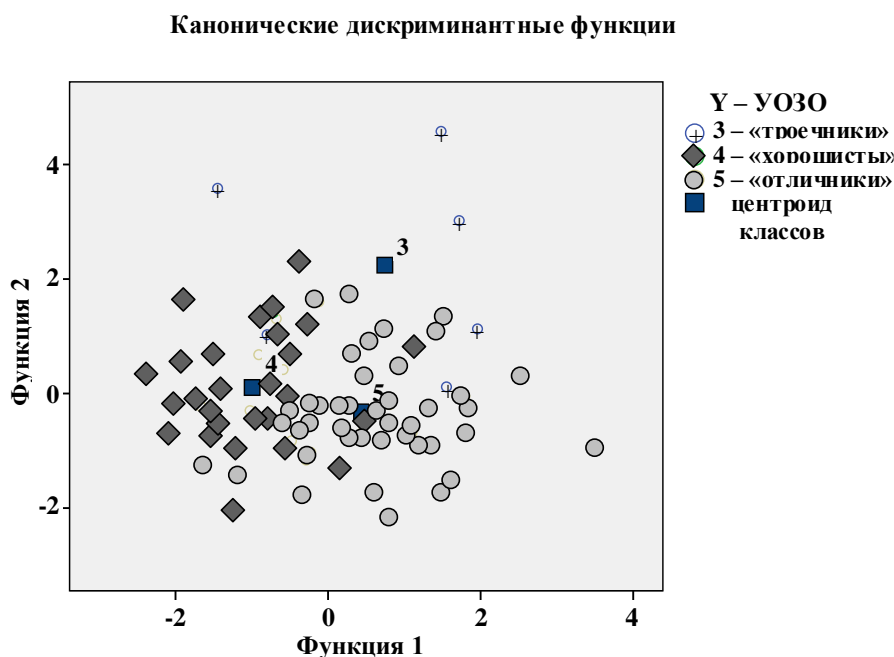


Рис. 10. Центроиды трех классов обучаемых в пространстве двух канонических функций

Литература

1. Ветров А.Н. Факторы успеха в образовательной деятельности ВУЗа: Тенденции развития информационной среды дистанционного образования / А.Н. Ветров, Н.А. Ветров; колл. монография под ред. члена-корр. «Междунар. академии наук ВШ» И.Н. Захарова. – СПб: МБИ, 2004. – С.54-65 (148 с.).
2. Ветров А.Н. Факторы успеха в образовательной деятельности ВУЗа: Когнитивная модель для адаптивных систем дистанционного обучения / А.Н. Ветров, Е.Е. Котова; колл. монография под ред. члена-корр. Междунар. академии наук ВШ И.Н. Захарова. – СПб: МБИ, 2004. – С.65-78 (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»: материалы IV^{ой} междунар. науч.-практ. конф., г. С.-Петербург, 15-16 марта 2005 г. – СПб.: МБИ, 2005. – С.45-46.
4. Ветров А.Н. Информационная среда автоматизированного обучения на основе когнитивных моделей / А.Н. Ветров, Е.Е. Котова, Н.Н. Кузьмин // Известия «МАН ВШ», №3(37). – М.: МАН ВШ, 2006. – 18 с.
5. Ветров А.Н. Особенности развития теории информации и информационных технологий на пороге XXI^{го} века: Монография. – М.: Деп. в РАО. – 2007. – 141 с.
6. Ветров А.Н. Среда автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей: Монография. – М.: Деп. в РАО. – 2007. – 256 с.
7. Ветров А.Н. Программный комплекс для исследования адаптивной информационно-образовательной среды на основе когнитивных моделей / А.Н. Ветров // «Современное образование: содержание, технологии, качество»: материалы XIII^{ей} междунар. науч.-практ. конф., г. С.-Петербург, 19 апреля 2007 г. – СПб.: СПбГЭТУ, 2007. – С.142-144.
8. 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.: МБИ, 2007. – С.110-113.
9. Ветров А.Н. Методики и алгоритмы в основе технологии когнитивного моделирования / А.Н. Ветров // «Управление качеством в современном ВУЗе»: материалы V^{ой} междунар. науч.-метод. конф., г. Санкт-Петербург, 21-22 июня 2007 г. – СПб.: МБИ, 2007. – С.86-89.
10. Ветров А.Н. Реализация адаптивного обучения в автоматизированной образовательной среде на основе когнитивных моделей / А.Н. Ветров // Известия СПбГЭТУ "ЛЭТИ", Вып. 1, 2007. – 9 с.
11. Ветров А.Н. Электронный учебник на основе процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов в автоматизированной образовательной среде. – М.: Машиностроение, ВКИТ №11, 2008. Деп. во ВИНТИ РАН. – 2008. – 15 с.
12. Ветров А.Н. Технология когнитивного моделирования в автоматизированной образовательной среде. – М.: Вестник РУДН №4, 2008. – Деп. во ВИНТИ РАН. – 15 с.

**THE APPLIED DIAGNOSTIC MODULE FOR THE DIAGNOSTICS OF PARAMETERS
OF THE COGNITIVE MODEL OF THE SUBJECT OF TRAINING
IN THE ADAPTIVE ENVIRONMENT**

The applied diagnostic module acts as the component of the automated training system with the properties of adaptation based the parametrical cognitive models, is intended for the automation of the process of research of the physiological, psychological and linguistic parameters at the basis of the cognitive model of the subject of training with the purpose of realization of the adaptive generation of educational influences by means of the use of the different means of training of a new generation, which allow taking into account the individual features of the trainees

**The information-educational environment, the cognitive model,
the cognitive modeling technology, the applied diagnostic module**