

УДК 004.81+308.8+519.688

А.Н. Ветров

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

*Ветров Анатолий Николаевич, автор единой технологии когнитивного моделирования, окончил с отличием «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ"» по специальности «Управление и информатика в технических системах» и «Международный банковский институт» по специальности «Финансы и кредит». Имеет научные работы в области системного и финансового анализа на основе технологии когнитивного моделирования. [e-mail: vetrovan@nwgsm.ru].*

**Аннотация**

Прикладной диагностический модуль выступает компонентом системы автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе блока параметрических когнитивных моделей, предназначен для автоматизации исследования физиологических, психологических и лингвистических параметров когнитивной модели субъекта обучения с целью системного анализа информационно-образовательной среды и реализации адаптивной генерации образовательных воздействий посредством средств обучения, которые позволяют учитывать индивидуальные особенности обучаемых

Ключевые слова: когнитивная модель, прикладной диагностический модуль, технология когнитивного моделирования (для системного, финансового и сложного анализа)

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

*Anatoly Nikolaevich Vetrov, author of the unique cognitive modeling technology, has graduated with honors from "The Saint-Petersburg state electrotechnical university "LETI"" on the specialty "Control and Computer science in technical systems" and "The international banking institute" on the specialty "Finance and credit". Has scientific works in the area of the system and financial analysis based on the cognitive modeling technology. [e-mail: vetrovan@nwgsm.ru].*

## Abstract

The applied diagnostic module acts as the component of the automated training system with the properties of adaptation on the basis of the parametrical cognitive models block, it is oriented to the automation of research of the physiological, psychological and linguistic parameters of the cognitive model of the subject of training with the goal of the system analysis of the information-education environment and the realization of adaptive generation of education impacts by the means of training, that takes into account the individual parameters of the training subject

**Key words:** cognitive model, applied diagnostic module, cognitive modeling technology (for the system, financial and complex analysis)

### **Введение и постановка научной задачи**

Высокие темпы научно технического прогресса и уровень внедрения инноваций в области информационных технологий инициирует решение частных проблем информатизации разнородных информационно-образовательных сред (ИОС) различных современных образовательных центров и учреждений (организаций) [1, 4].

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 [2].

Для системного анализа и исследования ИОС автором предлагается разработанная структура системы автоматизированного обучения (САО) со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей (КМ) [3, 5-7], технология когнитивного моделирования (ТКМ) [5, 8], а также инновационный блок параметрических КМ [2, 3, 5, 8] как информационная основа для постановки и проведения (сложного) 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 параметрических КМ (КМ субъекта обучения и КМ средства обучения) формализуется посредством использования аппарата классической теории управления.

Представленная непосредственно на схеме САО со свойствами адаптации на основе блока параметрических КМ нового поколения функционирует как основной неотъемлемый компонент классической или автоматизированной ИОС, которая при этом структурно декомпозируется на несколько разнородных элементов (рис. 1):

- обучающая система – реализует адаптивную генерацию последовательности индивидуально-ориентированных образовательных воздействий контингенту обучаемых: информационных фрагментов, вопросов тестов и заданий методик исследования;
- обучаемый – изучает содержание разнородных информационных фрагментов и отвечает на вопросы (последовательность определенных вопрос-ответных структур).

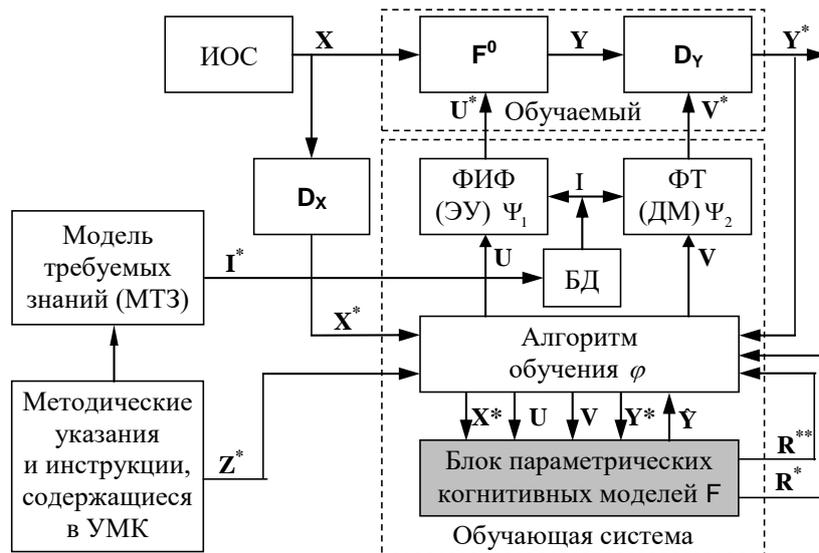


Рис. 1. Структурная схема системы обучения автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей

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 состояние обучаемого  $Y$  в среде;
- датчик  $D_x$  – обеспечивает непосредственное измерение уровня воздействия ИОС  $X$  как  $X^*$ ;
- датчик  $D_y$  – измеряет оценку результативности формирования знаний обучаемого как  $Y^*$ ;
- методические указания – содержат инструкции по использованию УМК со структурированным набором информационных фрагментов ( $U_i$ ) отражающих содержание раздела, модуля, параграфа, страницы, каждый из которых содержит блоки контрольных вопросов ( $V_i$ );
- база данных (БД) – содержит структурированную информацию ( $I$ ), выраженную в данных по отношению к предметной области для последующего отображения конечному обучаемому;
- модель требуемых знаний (МТЗ)  $I^*$  – отражает требования институциональных органов регламентирующих политику в области образования и потребителей, задачи и цели обучения ( $Z^*$ ), структурированный материал по определенному или нескольким предметам изучения;
- алгоритм обучения ( $\varphi$ ) – 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 [5, 6, 7], а также последовательность возвращаемых значений ссылок на блоки контрольных вопросов ( $V$ ) соответствующих разным элементам предмета изучения;
- формирователь информационных фрагментов (ФИФ)  $\Psi_1$  – 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)  $\Psi_2$  – 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 ( $\langle U_i, V_i \rangle$ );
- 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.

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

Прикладной диагностический модуль (ДМ) предназначен непосредственно для реализации автоматизации исследования индивидуальных особенностей личности обучаемых, выполнен по инновационному и революционному блочно-модульному принципу, при этом его компоненты находятся на различных уровнях предложенной архитектуры и реализуют ряд функций и набор задач в период исполнения его программной реализации (рис. 2).

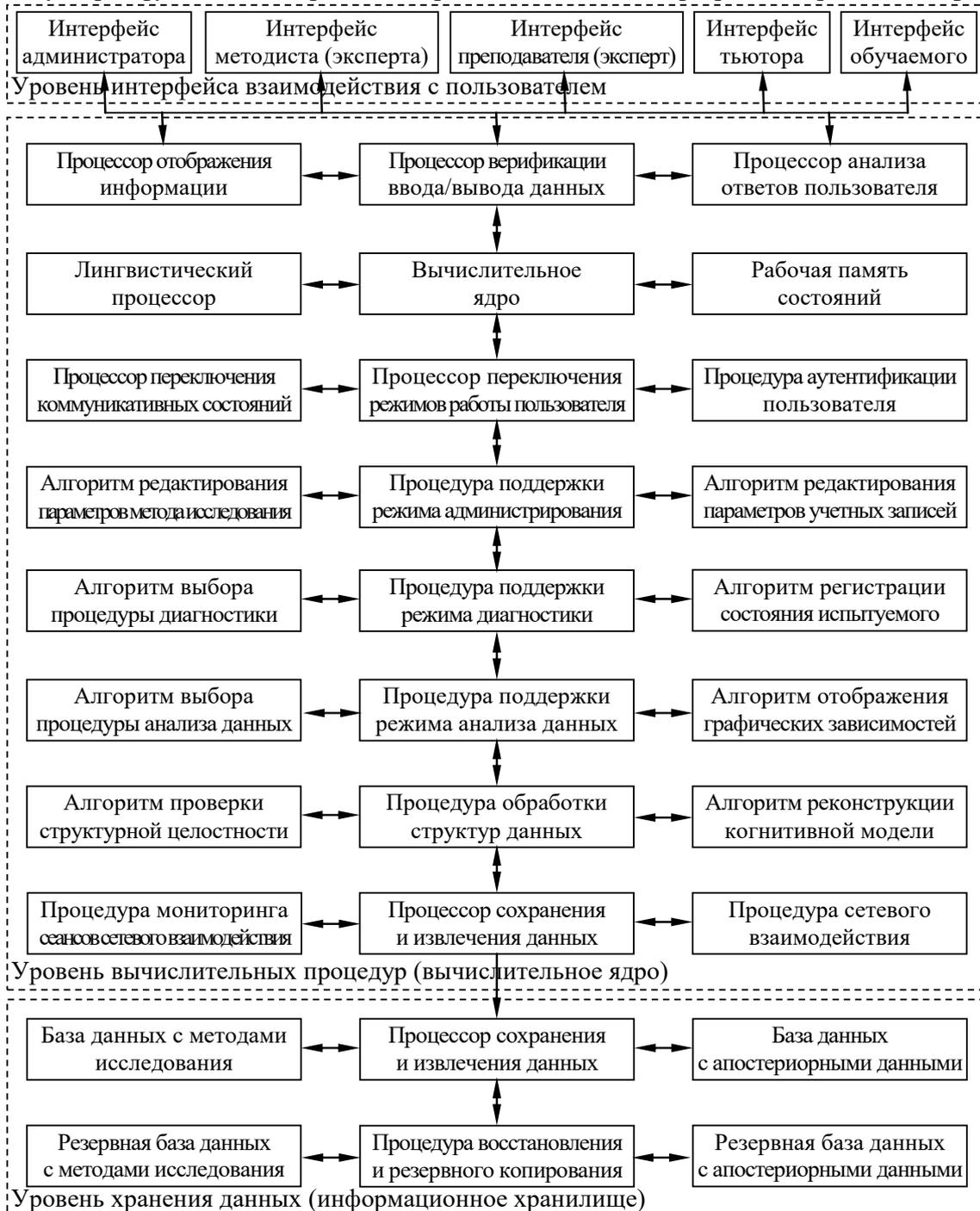


Рис. 2. Общая архитектура прикладного диагностического модуля

Инновационная архитектура прикладного ДМ включает три основных уровня иерархии:

- уровень интерфейса взаимодействия с пользователем (интерфейсы взаимодействия);
- уровень вычислительных процедур (вычислительное ядро: процессоры, процедуры и алгоритмы);
- уровень хранения данных (информационное хранилище: основные и резервные базы данных).

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 [6, 7]);
  - процедура обработки и отображения параметров вопроса – позволяет реализовать отображение последовательности вопрос-ответных структур метода исследования по заранее предустановленным параметрам алгоритма тестирования в режиме администрирования;
  - процедура активизации подсистемы объяснений – отображает разные комментарии;
  - 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];
- процессор верификации ввода/вывода данных – реализует управление потоком ввода и вывода структурированных данных между вычислительными процедурами и информационными полями, которые расположены непосредственно на разных формах интерфейса прикладного ДМ;
- 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;
  - 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;
  - процедура обработки событий инициированных пользователем на панели навигации – реализует обработку нажатий на кнопки управления при работе пользователя в режиме администрирования параметров заданного метода исследования и в режиме диагностики;
- 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;
  - процедура формирования текстологического содержания комментариев – реализует переключение и отображение всех пояснительных надписей на определенном языке;
  - процедура формирования текстологического содержания вопроса и вариантов ответа;
  - процедура формирования идентификаторов различных элементов интерфейса;
- процессор переключения коммуникативных состояний – поддерживает конструирование структуры коммуникативного акта состоящего из последовательности коммуникативных шагов между пользователем и интерфейсом прикладного ДМ в разных режимах работы;
- 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;
  - процедура поддержки режима администрирования – обеспечивает непосредственное выполнение всех функций определенного пользователя в режиме администрирования;
  - процедура поддержки режима диагностики – обеспечивает тестирование ИОЛСО;
  - процедура поддержки анализа данных – просмотр и обработка апостериорных данных;
- процессор сохранения и извлечения данных – реализует загрузку и выгрузку данных;
- процессор архивирования и резервного копирования – резервирование данных прикладного ДМ.

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

Прикладной ДМ содержит специальные процедуры для реализации диагностики (рис. 3): разнородные наборы процедур для автоматизации исследования разных параметров физиологического, психологического и лингвистического портретов КМ субъекта обучения.

| Набор процедур для исследования параметров физиологического портрета  | Набор процедур для исследования параметров психологического портрета   | Набор процедур для исследования параметров лингвистического портрета  |
|---|--|---|
| <p>Процедуры исследования зрительной сенсорной системы</p> <p>Алгоритмы выявления аномалий восприятия пространства (м. Сивцева, периметр, стереоскоп)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">острота зрения</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">поле зрения</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">бинокулярное зрение</div> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>Алгоритмы выявления аномалий цветового зрения (м. Е. Рабкина, Т. Юстовой)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">ахромазия</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">протанопия</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">дейтеранопия</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">тританопия</div> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>Алгоритмы выявления аномалий аккомодации (таблицы с символами)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">астигматизм</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">миопия</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">гиперметропия</div> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>Процедуры исследования слуховой сенсорной системы</p> <p>Алгоритмы выявления абсолютной акустической чувствительности (генератор и синтезатор звуков)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">верхний порог</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">нижний порог</div> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>Алгоритмы выявления абсолютной акустической чувствительности (синтезатор звуков)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">верхний интервал</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">средний интервал</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">нижний интервал</div> | <p>Процедуры исследования интеллектуальных способностей</p> <p>Алгоритмы диагностики конвергентных способностей (м. Р. Амхауэра)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">вербальный интеллект</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">классификация</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">ассоциативность</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">матем. способности</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">комбинаторика</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">обобщение понятий</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">мнемоника и память</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">плоскостное мышление</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">объемное воображение</div> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>Алгоритмы диагностики дивергентных способностей (м. С. Медника, П. Торренса)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">вербальная оригинальность</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">вербальная ассоциативность</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">вербальная уникальность</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">вербальная селективность</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">образная оригинальность</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">образная ассоциативность</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">образная уникальность</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">образная селективность</div> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>Алгоритмы диагностики типа обучаемости</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">имплицитная</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">эксплицитная</div> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>Алгоритмы диагностики когнитивных стилей</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">полезависимость/полнезав.</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">импульсивность/ревлексивность</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">ригидность/гибкость</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">конкретизация/абстрагирование</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">когнитивная простота/сложность</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">категориальная узость/широта</div> | <p>Процедуры исследования лингвистических способностей</p> <p>Алгоритмы диагностики уровня владения национальным языком изложения (м. Института филологии РАН)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">владение нац. языком</div> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>Алгоритмы диагностики уровня владения иностранным языком изложения (м. Колчестерского образовательного центра)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">владение языком</div> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>Алгоритмы диагностики уровня владения словарем терминов и ключевых определений (м. вспомогательный тест по определенной дисциплине)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">владение терминами</div> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>Алгоритмы диагностики уровня владения элементами интерфейса программного средства в системе обучения (м. вспомогательный тест по определенной программе)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">владение интерфейсом</div> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>Алгоритмы диагностики уровня владения терминами в области информационных и коммуникационных технологий (м. вспомогательный тест по теории информации)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">владение терминами ИТ</div> |
|   |  | <p>см. структуру когнитивной модели субъекта обучения [3, 6, 8]</p>   |

Рис. 3. Процедуры исследования в основе прикладного диагностического модуля

## **Предварительная, организационная, технологическая, техническая, методическая, научно-исследовательская подготовка и реализация диагностики параметров**

Процедура диагностики индивидуальных особенностей контингента обучаемых посредством использования прикладного ДМ выступает сложным научно-техническим процессом, который включает совокупность различных итераций и требует непосредственного обеспечения подготовки учеными, экспертами, методистами, инженерами и программистами: предварительной, организационной, технологической, технической, методической, операциональной, научно-исследовательской и прочих видов обеспечения подготовки технологического цикла (рис. 4).

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

Рис. 4. Классификация подготовительных мероприятий перед исследованием индивидуальных особенностей контингента обучаемых

Каждый вид обеспечения подготовки технологического цикла автоматизированного исследования включает несколько различных этапов системного анализа как научно-исследовательского процесса.

Ввод структурированных данных относящихся к определенной методике исследования и данных учетных записей пользователей в базу данных прикладного ДМ осуществляется в режиме администрирования (на предварительном этапе исследования), а собственно автоматизированное исследование различных ИОЛСО в форме тестирования осуществляется непосредственно при работе испытуемого в режиме диагностики.

В процессе автоматизации диагностики ИОЛСКО каждый метод исследования обуславливает ввод: локализации метода исследования, наименования блока вопросов (субтеста), текстологических содержаний пояснения, формулировки вопроса и вариантов ответа на вопрос, номинального значения интервала времени отображения формулировки вопроса, а также графических сопровождений определенного вопроса и вариантов ответа на вопрос.

На рис. 5 представлен интерфейс прикладного ДМ в режиме администрирования параметров метода исследования конвергентных интеллектуальных способностей КМ субъекта обучения.

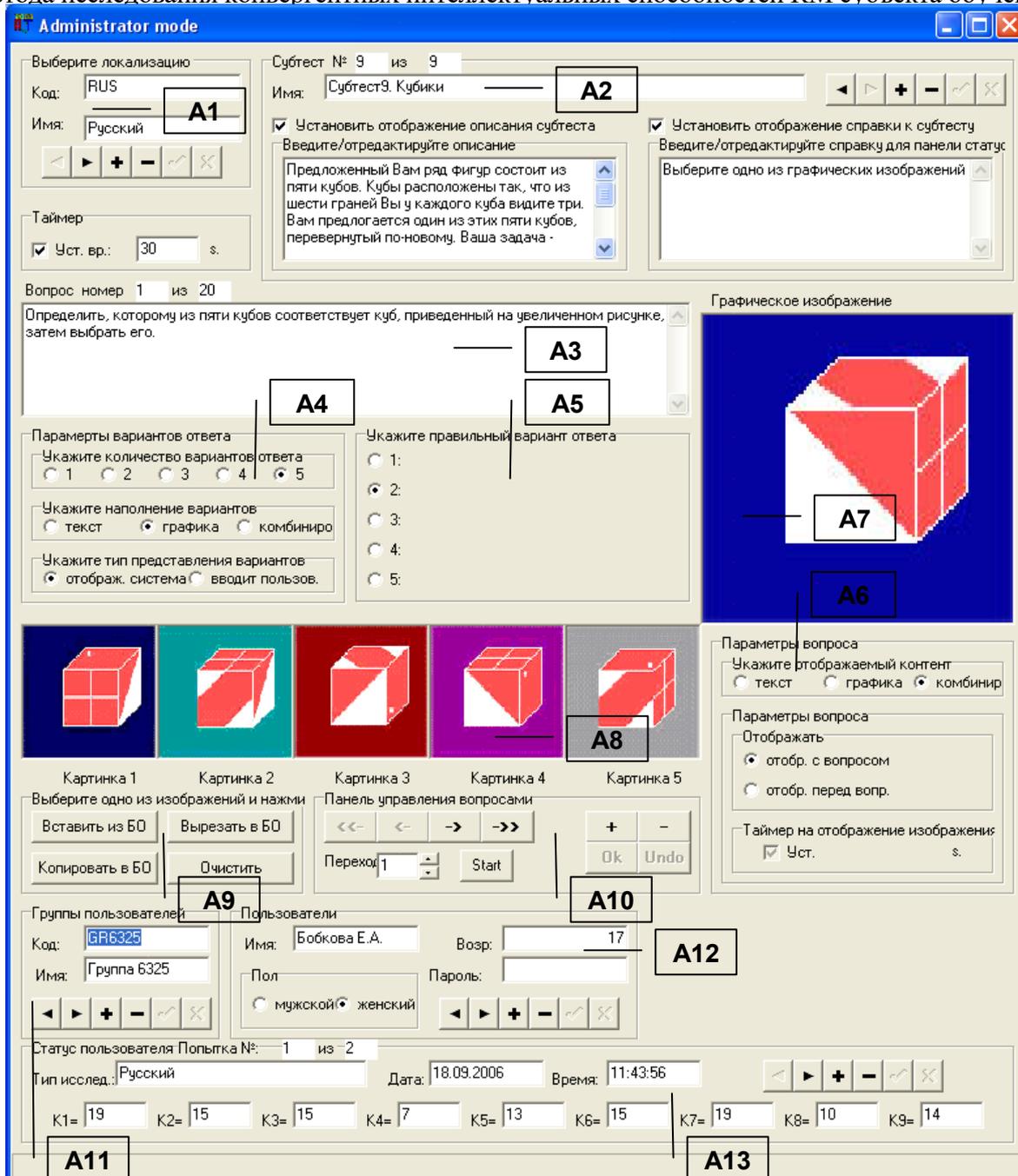


Рис. 5. Интерфейс прикладного диагностического модуля в режиме администрирования методики исследования конвергентных интеллектуальных способностей Р. Амтхауэра

На представленном интерфейсе прикладного ДМ в режиме администрирования методики исследования конвергентных интеллектуальных способностей Р. Амтхауэра используется непосредственно ряд обозначений субтестов (блоков вопросов) и параметров: К<sub>1</sub> – «Логический отбор» (вербальный интеллект), К<sub>2</sub> – «Поиск общих признаков» (обобщение), К<sub>3</sub> – «Поиск вербальных аналогий» (аналитичность мышления), К<sub>4</sub> – «Классификация понятий» (классификация), К<sub>5</sub> – «Арифметические задачи» (арифметический счет), К<sub>6</sub> – «Числовые ряды» (комбинаторика), К<sub>7</sub> – «Мнемоника и память» (мнемоника и память), К<sub>8</sub> – «Плоские фигуры» (плоскостное мышление), К<sub>9</sub> – «Кубы» (объемное воображение).

Для администрирования базы данных с параметрами метода исследования и учетных записей пользователей применяют ряд элементов интерфейса: поле редактирования перечня локализаций метода исследования (A1), 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 (A2), поле редактирования текстологического содержания формулировки вопроса (A3), панель управления с селекторами количества, типа контента и способа выбора вариантов ответа на вопрос в режиме диагностики (A4), признак корректности и перечень текстологических содержаний вариантов ответа на вопрос (A5), панель управления с селекторами типа контента вопроса, способа отображения вопроса, номинального значения интервала времени отображения формулировки вопроса (A6), панель редактирования графического сопровождения вопроса (A7), панель редактирования графического содержания вариантов ответа на вопрос (A8), панель управления графическими изображениями вариантов ответа (A9), панель управления переключением на первый, предыдущий, следующий и последний вопрос с возможностью добавления, удаления, сохранения и отмены внесенных изменений в информационные поля (A10), панель редактирования кода (кодификатора) и наименования группы (A11), панель редактирования параметров учетных записей пользователей (A12), панель отображения апостериорных данных тестирования испытуемых (субъектов обучения) с возможностью переключения между попытками тестирования на основе метода исследования (A13).

Интерфейс прикладного ДМ в режиме диагностики образной креативности (рис. 6) содержит: поле индикации номера по порядку, общего количества и текста формулировки вопроса (T1), поле индикации графического изображения со стимулом (T2), поле индикации списка вариантов ответа введенных пользователем (T3), поле индикации выделенного или вводимого пользователем варианта ответа на вопрос с возможностью добавления и удаления (T4), кнопка подтверждения списка ответов испытуемого инициирующая переход к следующему вопросу (T5), статус испытуемого (T6).

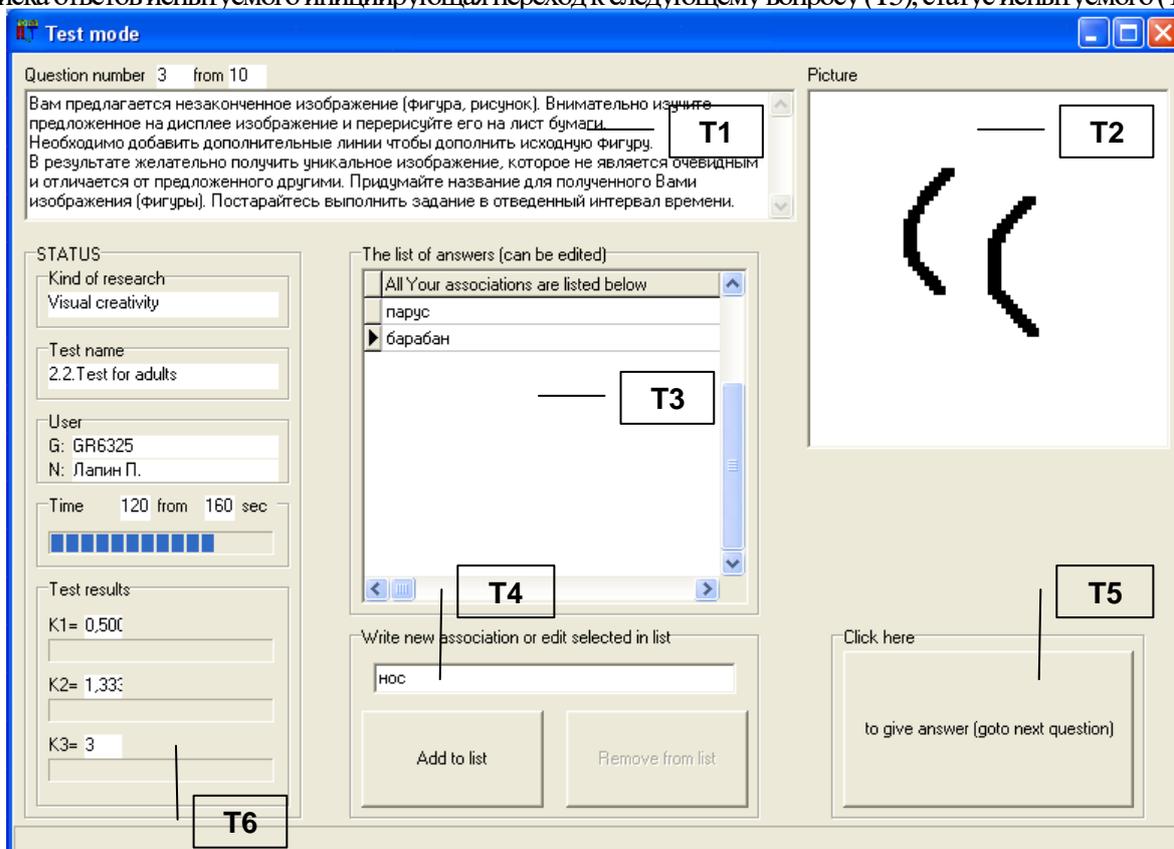


Рис. 6. Интерфейс прикладного диагностического модуля в режиме диагностики дивергентных интеллектуальных способностей (методы Е.П. Торренса, С.А. Медника)

На рис. 7 представлена интерфейсная форма программной реализации прикладного ДМ в режиме администрирования параметров метода исследования образной креативности: панель редактирования текстологического содержания формулировки вопроса (AA1), панель редактирования графического изображения сопровождающего вопрос (AA2), панель установки параметров отображения вопроса (AA3), панель ввода перечня вариантов ответа (AA4), панель редактирования статуса учета варианта ответа в расчетах, наименования и индекса оригинальности определенного варианта ответа (AA5), панель управления графическим изображением (вопроса и вариантов ответа) (AA6), панель редактирования периода времени отображения вопроса (AA7), панель управления мультимедиа сопровождением вопроса (AA8), панель редактирования перечня кодов и наименований групп пользователей (AA9), панель просмотра и редактирования параметров учетных записей пользователей (AA10), панель просмотра и редактирования апостериорных данных автоматизированной диагностики с возможностью переключения между разными попытками прохождения метода исследования (AA11).

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

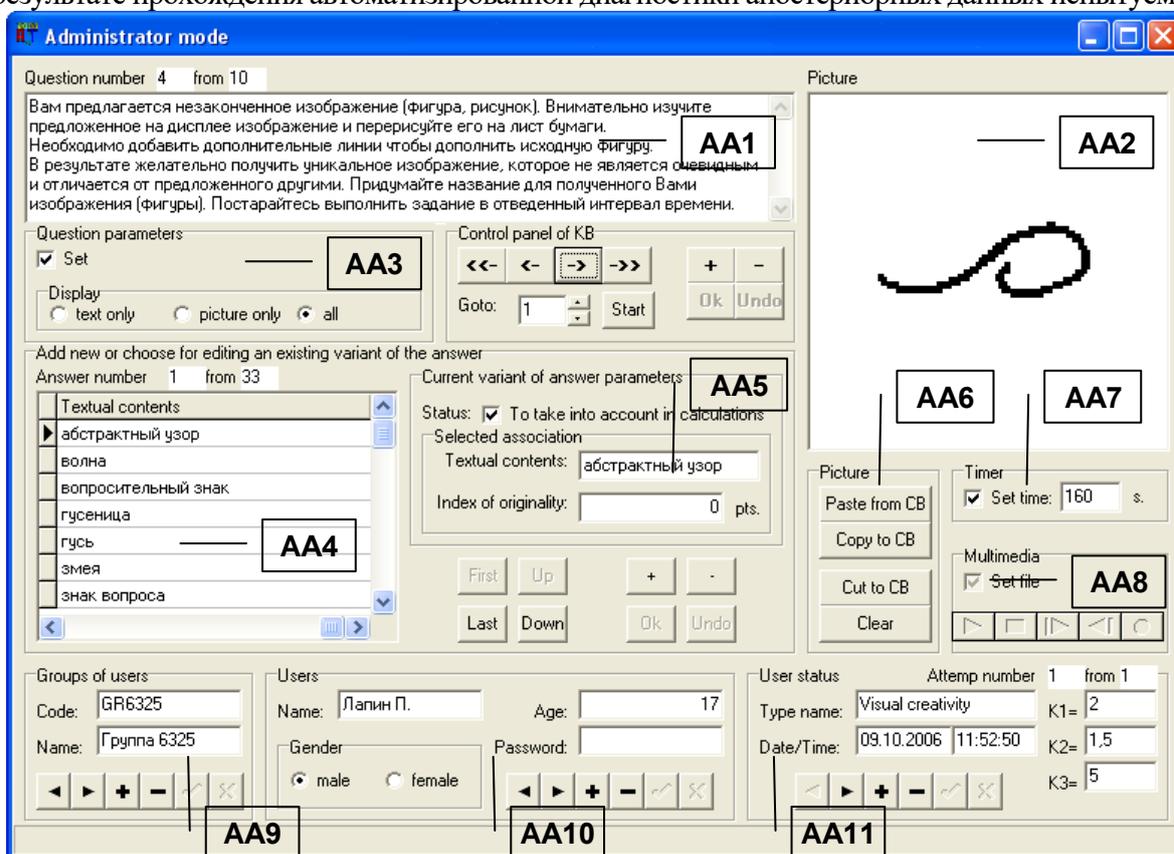


Рис. 7. Интерфейс прикладного диагностического модуля в режиме диагностики дивергентных интеллектуальных способностей

Текущие и результирующие апостериорные данные автоматически сохраняются в базе данных, при этом имеется возможность просмотра учетных записей и апостериорных данных пользователей:

- в группе элементов интерфейса «Группы пользователей» (AA9) вначале выбираются кодификатор и наименование группы пользователей (испытуемых) посредством навигатора;
- в группе элементов интерфейса «Пользователи» (AA10) затем выбираются Ф.И.О., пол, возраст и пароль пользователя (испытуемого) посредством навигатора;
- в группе элементов интерфейса «Статус пользователей» (AA11) переключаются попытки: наименование метода исследования, дата и время прохождения диагностики пользователем и номинальные значения коэффициентов метода исследования (теста) посредством навигатора.

## Выводы и статистические закономерности на основе апостериорных данных

1. Практическое использование полученных научных и практических результатов осуществлялось автором в учебном процессе «Международного банковского института» с 2004 г. и «Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета "ЛЭТИ"» с 2003 г., в ходе 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, 5, 6, 8], а результаты статистической обработки апостериорных данных обобщены и сведены в табл. 1.

Таблица 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 <sup>x</sup> 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  |
| Итоги 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 модели множественной регрессии  $\hat{Y}(K_i)$ . Были рассчитаны значения исходных ( $\beta$ ) и стандартизованных коэффициентов ( $\beta'$ ) и получена линейная модель множественной регрессии  $\hat{Y}(K_i)$ , где константа равна 4,653.

В результате сформировано уравнение множественной регрессии следующего вида:  

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

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

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

Фактором (зависимой переменной) выступает результативность обучения  $Y$ , а предикторами в полученной линейной модели множественной регрессии являются:  $VOZR$  – 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. 8 отражает геометрическую интерпретацию взаимного расположения центроидов классов соответствующих выделенным группам обучаемых (испытуемых) непосредственно в пространстве координат двух канонических дискриминантных функций.

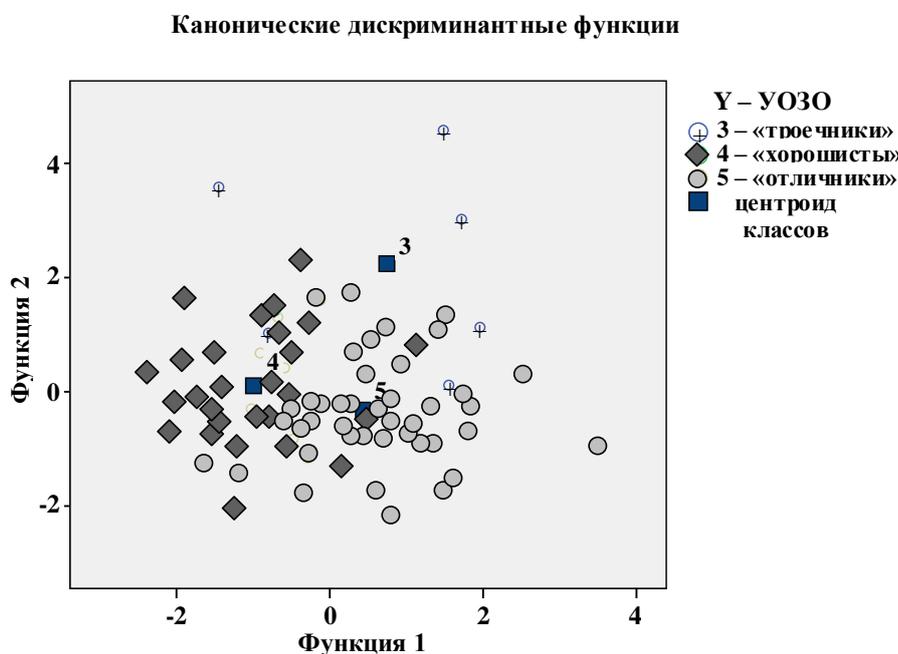


Рис. 8. Центроиды трех классов обучаемых в пространстве двух канонических функций  
 Различительная способность (информативность) дискриминантных функций различна. Первая каноническая дискриминантная функция различает хорошо центроиды классов хорошистов и отличников (троечников), но плохо центроиды классов отличников и троечников. Вторая каноническая дискриминантная функция различает хорошо центроиды классов отличников (хорошистов) и троечников, но плохо центроиды классов отличников и хорошистов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ветров А.Н., Ветров Н.А. Факторы успеха в образовательной деятельности ВУЗа: Тенденции развития информационной среды дистанционного образования; колл. монография под ред. чл.-корр. МАН ВШ И.Н. Захарова. – СПб.: МБИ, 2004. – С.54–65.
2. Ветров А.Н., Котова Е.Е. Факторы успеха в образовательной деятельности ВУЗа: Когнитивная модель для адаптивных систем дистанционного обучения; колл. монография под ред. чл.-корр. МАН ВШ И.Н. Захарова. – СПб.: МБИ, 2004. – С.65–78.
3. Ветров А.Н., Котова Е.Е., Кузьмин Н.Н. Информационная среда автоматизированного обучения на основе когнитивных моделей // Известия МАН ВШ. – 2006. – №3(37). – С.100–112.
4. Ветров А.Н. Особенности развития теории информации и информационных технологий на пороге XXI века: Монография. – М.: Деп. в РАО, 2007. – 141 с.
5. Ветров А.Н. Среда автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей: Монография. – М.: Деп. в РАО, 2007. – 256 с.
6. Ветров А.Н. Реализация адаптивного обучения в автоматизированной образовательной среде на основе когнитивных моделей // Известия СПбГЭТУ "ЛЭТИ". – 2007. – Вып. 1. – С.10–16.
7. Ветров А.Н. Электронный учебник на основе процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов в автоматизированной образовательной среде // ВКИТ. – 2008. – №11. – С.38–50.
8. Ветров А.Н. Технология когнитивного моделирования в автоматизированной образовательной среде // Вестник РУДН. – 2008. – №4. – С.26–42.

## REFERENCES

1. Vetrov A.N., Vetrov N.A. Factors of success in educational activity of HEI: Tendencies of development of the information environment of remote education; coll. monography under ed. of the m.-corr. of IHEAS I.N. Zakharov. – SPb.: IBI, 2004. – P.54–65.
2. Vetrov A.N., Kotova E.E. Factors of success in educational activity of HEI: Cognitive model for adaptive systems of distance training; coll. monography under ed. of the m.-corr. IHEAS I.N. Zakharov. – SPb.: IBI, 2004. – P.65–78.
3. Vetrov A.N., Kotova E.E., Kuzmin N.N. The information environment of automated training based on cognitive models // Proceeding of IHEAS. – 2006. – №3(37). – P.100–112.
4. Vetrov A.N. The evolution features of the theory of information and information technologies on a threshold of the XXI century: Monography. – M.: Dep. in RAS, 2007. – 141 p.
5. Vetrov A.N. The environment of automated training with properties of adaptation based on cognitive models: Monography. – M.: Dep. in RAS, 2007. – 256 p.
6. Vetrov A.N. Realization of adaptive training in the automated educational environment based on cognitive models // Proceeding of SPbSETU "LETI". – 2007. – Ed. 1. – P.10–16.
7. Vetrov A.N. The electronic textbook based on adaptive representation of information fragments processor in automated educational environment // VKIT. – 2008. – №11. – P.38–50.
8. Vetrov A.N. Cognitive modeling technology in the automated educational environment // Bulletin of RPFU. – 2008. – №4. – P.26–42.