

УДК 004.67(85)+519.87

**ОСНОВНОЙ ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ В СИСТЕМЕ  
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ СО СВОЙСТВАМИ АДАПТАЦИИ  
НА ОСНОВЕ БЛОКА ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ**

А.Н. Ветров

г. Санкт-Петербург

*Основной диагностический модуль реализует автоматизацию диагностики уровня остаточных знаний контингента обучаемых посредством использования сформированного набора тестов по разным предметам изучения, которые содержатся в базе данных*

**Информационно-образовательная среда, система автоматизированного обучения, диагностический модуль, технология когнитивного моделирования, когнитивная модель, конфигурируемая функция оценивания, интервальная шкала оценки**

**Введение и постановка проблемы**

Современный уровень развития информационных технологий и интенсификация роста разнородных источников информации инициируют внедрение разнородных средств автоматизации в различные сферы производственной и непроизводственной деятельности постиндустриального общества, актуализируют проблему системного анализа информационно-образовательных сред (ИОС), а также обуславливают потенциальную необходимость исследования закономерностей информационного взаимодействия между субъектами и средствами обучения для мониторинга управляемого формирования знаний обучаемых [1].

Тестирование уровня остаточных знаний контингента обучаемых (УОЗО) выступает актуальной и сложной структурированной научно-технической задачей, реализуется посредством использования диагностических комплексов и программных модулей, сводится к предъявлению заранее предустановленной последовательности вопрос-ответных структур различных заданий теста по определенной дисциплине на основе заданных параметров алгоритма тестирования для непосредственной идентификации и оценки достигнутого УОЗО, а также умений и навыков выработанных испытуемыми посредством практического использования разнородных технических средств разного профиля и назначения.

Поскольку существенно расширяется набор решаемых задач в ходе тестирования, возрастает сложность вопрос-ответных структур тестов и алгоритмов поддержки диагностики УОЗО, то возникает необходимость разработки унифицированных инфологических схем баз данных для оптимизации поиска, хранения и извлечения структурированных данных, а также появляется потребность создания конструкторов тестов для формирования выборок вопрос-ответных структур, которые отвечают требованиям точности, достоверности, адекватности, валидности, надежности, нормализации, возможности математической обработки посредством использования набора различных методов статистического анализа.

## Особенности системы автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе блока параметрических когнитивных моделей

Для решения проблемы системного анализа сложных объектов, процессов и явлений автором:

- разработан аппарат технологии когнитивного моделирования (ТКМ) для создания и модернизации ИОС [2, 5, 8, 11, 12], а также для исследования информационного взаимодействия субъектов и средств обучения с целью повышения эффективности функционирования алгоритмов и процедур в основе систем автоматизированного обучения (на расстоянии) [3-5];
- сформирован аппарат ТКМ для финансового анализа результатов хозяйственной деятельности и эффективности функционирования организации, в частности информационного центра обучения, на основе регистров бухгалтерского учета;
- создана система автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей (КМ) [3-7, 9, 10], выступающая замкнутым контуром с шестью каналами информационного обмена на двух уровнях информационного взаимодействия, включая:
  - электронный учебник на основе процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов [7, 10] – расчет оптимального сочетания значений параметров отображения информации с учетом индивидуальных особенностей обучаемых (КМ субъекта обучения) и технических возможностей средств обучения (КМ средства обучения);
  - блок параметрических КМ [2, 3-5] – аккумулирует КМ субъекта обучения и КМ средства обучения, выступает информационной основой системного анализа ИОС;
  - прикладной диагностический модуль (ДМ) [3-6] – реализует исследование индивидуальных особенностей обучаемых посредством набора тестов для диагностики сенсорного восприятия, обработки и понимания содержания информационных фрагментов;
  - основной ДМ [3, 5] – обеспечивает диагностику УОЗО в форме тестирования (рис. 1).



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

## Архитектура диагностического модуля для оценки уровня остаточных знаний обучаемых

Архитектура основного диагностического модуля (ДМ) выполнена по блочно-модульному принципу, включает ряд компонентов, реализующих разные функции (рис. 2).



Рис. 2. Обобщенная архитектура основного диагностического модуля

ДМ как программа для персонального компьютера сочетает две основы функционирования: декларативная – интерфейс и инфологические схемы базы данных с параметрами тестов по предметам изучения и базы данных учетными записями пользователей и апостериорными данными тестирования; процедурная – процедуры и алгоритмы загрузки, обработки и выгрузки структурированных данных в основе интерфейса, ядра и баз данных.

В основе архитектуры основного ДМ можно выделить несколько разных структурных компонентов, которые выполняют определенный набор различных функций.

1. Уровень интерфейса взаимодействия включает несколько различных интерфейсов:

- интерфейс администратора – позволяет ввести или модифицировать значения различных параметров тестов и учетных записей пользователей основного ДМ;
- интерфейс тьютора и преподавателя – позволяет ввести или модифицировать параметры тестов уровня остаточных знаний контингента обучаемых по предметам изучения, а также просматривать параметры учетных записей пользователей и апостериорные данные тестирования уровня остаточных знаний контингента обучаемых;
- интерфейс обучаемого и гостя – позволяет реализовать просмотр текстологического и графического содержания формулировок всех вопросов и вариантов ответа, а также непосредственно обеспечивает возможность выбора испытуемому нормативно единственного или нескольких корректных вариантов ответа на каждый вопрос.

2. Уровень вычислительного ядра включает несколько процессоров и процедур:

- модуль диалогового взаимодействия – обеспечивает взаимодействие между различными интерфейсами пользователей и компонентами ядра основного ДМ;
- процедура аутентификации пользователя – реализует ввод параметров учетной записи нового пользователя в базу данных и регистрацию существующего пользователя;
- лингвистический процессор – реализует переключение между локализациями интерфейса пользователя для отображения идентификаторов элементов интерфейса на определенном национальном или иностранном языке при работе с основным ДМ;
- процедура переключения режимов – обеспечивает активизацию одного из режимов;
- вычислительный процессор – реализует управление потоками данных, отражающих параметры теста, параметры учетных записей пользователей, апостериорные данные;
- рабочая память состояний – позволяет сохранять промежуточные и результирующие значения всех операндов и операций в ходе вычислительного процесса;
- процедура анализа состояния пользователя – реализует непрерывную идентификацию состояния пользователя при работе в режимах администрирования и диагностики;
- процедура поддержки диагностики – обеспечивает поддержку функционирования программы в режиме диагностики уровня остаточных знаний контингента обучаемых;
- процедура генерации вопросов и ответов – непосредственно обеспечивает формирование последовательности вопрос-ответных структур для последующего отображения в режиме диагностики согласно заранее предустановленным значениям параметров алгоритма тестирования в режиме администрирования основного ДМ;

- процедура анализа ответов испытуемого – реализует анализ ответов испытуемого;
- интервальная шкала и функция оценивания – непосредственно позволяет определить максимально и минимально допустимое значение суммы набранных баллов, штрафных баллов, правильных и неправильных ответов на вопросы, потом сформировать интервальную шкалу из последовательности интервалов для определения оценки УОЗО, а затем задать функцию оценивания для определения взаимно однозначного соответствия суммы набранных баллов с оценкой УОЗО по точной шкале или количества правильных ответов на вопросы с оценкой УОЗО по грубой шкале;
- процедура оценки УОЗО – реализует расчет оценки УОЗО на основе суммы правильных ответов на вопросы и расчет оценки УОЗО на основе суммы набранных баллов за каждый правильный вариант ответа на вопрос посредством точной шкалы;
- процедура модификации параметров базы данных – позволяет формировать базу данных;
- процедура поддержки администрирования параметров учетных записей пользователей – непосредственно реализует возможность просмотра, добавления, удаления и изменения различных параметров учетных записей пользователей в базе данных;
- процедура поддержки администрирования параметров теста – переход на первый, предыдущий, следующий или последний вопрос, а также добавление нового и удаление существующего, сохранение и отмену внесенных изменений в параметры вопроса;
- процедура сохранения и извлечения данных – обеспечивает ввод и вывод данных;
- семантическая модель сохранения информации – позволяет структурировать данные;
- процедура проверки целостности данных – реализует проверку целостности структур данных на машинном носителе информации в процессе сохранения и извлечения;
- механизм доступа к данным – позволяет пользователям получить доступ к файлам на машинном носителе, локальной или сетевой базе данных как разделяемому ресурсу;
- процедура резервного копирования – архивирование и резервирование временно неиспользуемых параметров тестов, учетных записей и апостериорных данных;
- процедура проверки маски ввода данных – анализ совпадения маски ввода информации.

### 3. Уровень банка данных основного ДМ с апостериорными данными тестирования:

- база данных с тестами по предметам изучения – содержит значения параметров структурированного набора вопрос-ответных структур тестов для оценки УОЗО;
- база данных с учетными записями – отражает структурированную последовательность значений параметров учетных записей зарегистрированных пользователей;
- база данных с апостериорными данными – содержит значения параметров, отражающих количество правильных и неправильных ответов на вопросы, уровень и оценку УОЗО.

## **Особенности структуры вопросов и ответов в составе заданий для тестирования**

Структура данных задания современного теста включает ряд важных элементов, которые оказывают существенное влияние на дизайн интерфейса программной реализации:

- информационные элементы в основе структуры элементарного вопроса теста;
  - поле отображения номера по порядку и общего количества вариантов ответа;
  - поле текстологического содержания формулировки вопроса в составе теста;
  - поле графического сопровождения формулировки вопроса в выборке;
  - селектор установки параметров отображения контента вопроса;
  - поле установки параметров таймера для указания номинального значения интервала времени, ограничивающего выработку ответа на вопрос;
  - поле установки мультимедиа-сопровождения для воспроизведения аудио-потока;
  - кнопка активизации процедуры проверки корректности ответа на вопрос;
- варианты ответа выступают основными элементами структуры каждого вопроса;
  - селектор количества отображаемых вариантов ответа на вопрос;
  - селектор установки параметров контента вариантов ответа на вопрос;
  - селектор способа выбора правильного варианта ответа на вопрос в тесте;
    - нормативно единственный вариант ответа среди нескольких предложенных;
    - несколько правильных вариантов ответа среди нескольких предложенных;
  - селектор способа отображения вариантов ответа на вопрос в ходе тестирования;
    - вариант(ы) ответа отображает система, а испытуемый выбирает правильный;
    - система отображает пустые поля, а испытуемый вводит варианты ответа;
  - поле текстологического содержания формулировки вариантов ответа;
  - поле графического сопровождения формулировки варианта ответа;
  - поле номинального значения весового коэффициента варианта ответа для реализации возможности оценки УОЗО с использованием разных точных шкал;
- объяснение выступает дополнительным элементом структуры каждого вопроса;
  - поле текстологического содержания формулировки объяснения к вопросу, которое отображается в режиме диагностики УОЗО при неверном ответе;
  - поле текстологического содержания формулировки пояснения для отображения перед началом цикла тестирования по каждому отдельному тесту;
  - поле текстологического содержания формулировки пояснения для отображения в строке статуса окна непосредственно в ходе тестирования по выборке вопросов.

Минимально необходимый набор информационных полей структуры данных теста достаточный для обеспечения хранения и извлечения информации выступает основой инфологической схемы базы данных, которая включает совокупность таблиц с разными отношениями.

## Особенности реализации оценки уровня остаточных знаний контингента обучаемых основным диагностическим модулем

Основной ДМ функционирует параллельно с электронным учебником (рис. 3), но:

- электронный учебник реализует отображение последовательности информационных фрагментов, относящихся к основному или дополнительному блоку информации, которые взаимно однозначно связаны с основным или дополнительным контрольным блоком для реализации текущего, промежуточного или итогового тестирования;
- основной ДМ обеспечивает последовательное отображение контрольных вопросов, а алгоритм поддержки режима диагностики вычисляет оценку УОЗО на основе шкал.

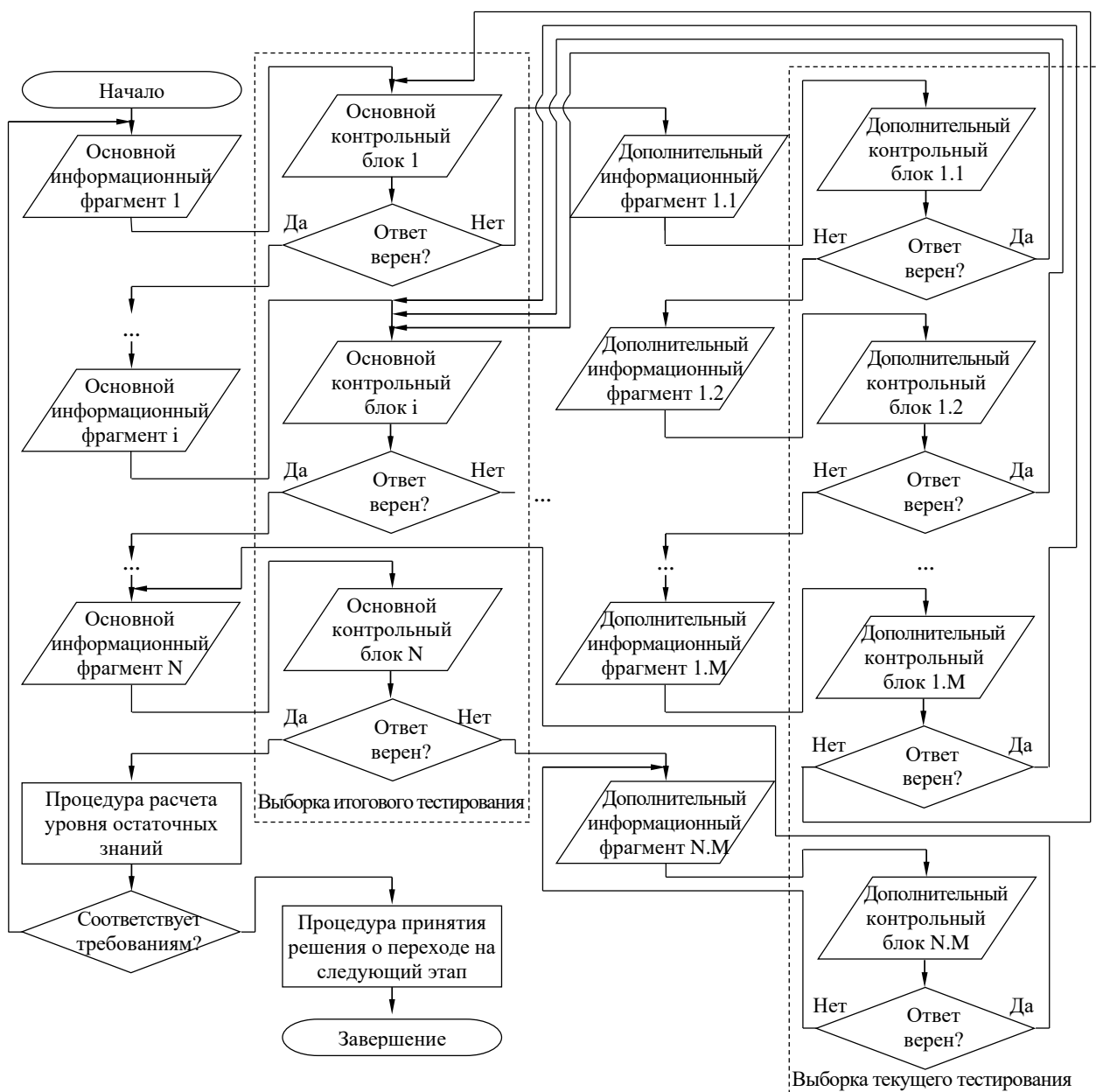


Рис. 3. Алгоритм отображения информационных фрагментов и контрольных вопросов основного и дополнительного блоков

## Программная реализация режима администрирования основного диагностического модуля

На рис. 4 представлен интерфейс основного ДМ в режиме администрирования.

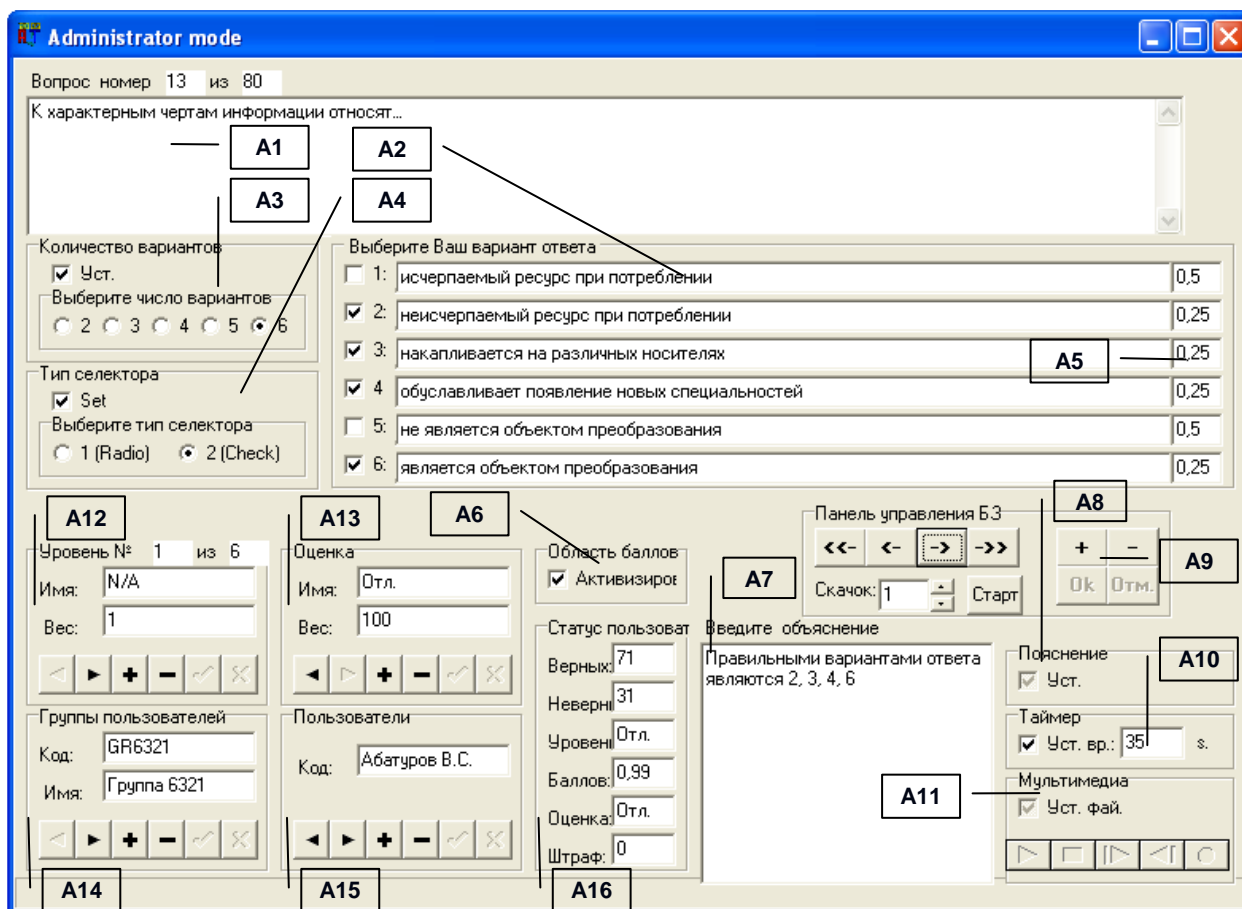


Рис. 4. Интерфейс основного диагностического модуля в режиме администрирования

В режиме администрирования пользователю предоставляется потенциальная возможность просматривать и модифицировать параметры теста для оценки УОЗО по определенному предмету изучения посредством использования ряда элементов интерфейса:

- индикатор вопроса (A1) – текстологическое содержание формулировки вопроса;
- индикатор вариантов ответа (A2) – текстологическое содержание вариантов ответа и признак корректности посредством маркера типа «точка» или типа «флажок»;
- селектор количества вариантов ответа (A3) – обеспечивает пользователю возможность установки количества отображаемых вариантов ответа на данный вопрос;
- селектор способа выбора правильных вариантов ответа (A4): типа «точка» – выбор нормативно единственного варианта ответа; типа «флажок» – установка нескольких правильных вариантов ответа среди предложенных вариантов ответа на вопрос;
- поле весовых коэффициентов (A5) – позволяет ввести все номинальные значения весовых коэффициентов каждого варианта ответа на вопросы в составе теста по пропорциональному принципу относительно количества баллов за определенный вопрос;



- маркер активизации алгоритма оценки УОЗО на основе весовых коэффициентов (А6) – обеспечивает возможность ввода номинальных значений весовых коэффициентов каждого варианта ответа (А5) и реализует активизацию точной шкалы оценки (А13);
- поле объяснения (А7) – позволяет ввести текстологическое содержание формулировки объяснения для его последующего отображения испытуемому при каждом неверном ответе на вопрос в режиме диагностики УОЗО, при этом ответ считается верным, если совпадают признаки корректности всех вариантов ответа на вопрос (если совпадение неполное, то по грубой шкале фиксируется неправильный ответ на вопрос по авто-инкрементальному принципу, а по точной шкале вычисляется номинальное значение суммы баллов и штрафных баллов по принципу суммирования);
- маркер активизации объяснения (А8) – обеспечивает подключение алгоритма отображения комментариев и пояснений в случае каждого неверного ответа на вопрос;
- навигатор вопросов (А9) – реализует переход на первый, предыдущий, следующий или последний вопрос в базе данных тестов УОЗО, а также реализует непосредственное добавление нового или удаление существующего вопроса, сохранение или отмену внесенных изменений в разные информационные поля структуры вопроса;
- таймер (А10) – позволяет установить статус активности и номинальное значение для ограничения интервала времени выработки ответа на вопрос в составе теста;
- мультимедиа (А11) – обеспечивает непосредственную возможность воспроизведения определенного аудио-потока из файла на накопителе или носителе информации;
- индикатор грубой шкалы оценки УОЗО (А12) – позволяет ввести перечень идентификаторов и пороговых значений интервальной шкалы оценки, которые характеризуют количество правильных ответов для отображения следующей оценки УОЗО;
- индикатор точной шкалы оценки УОЗО (А13) – позволяет ввести перечень идентификаторов и пороговых значений интервальной шкалы оценки, которые характеризуют сумму набранных баллов за правильные варианты ответа на вопросы для отображения следующей оценки УОЗО испытуемого в режиме диагностики;
- индикатор группы (А14) – позволяет ввести перечень групп пользователей;
- индикатор пользователей (А15) – реализует ввод списка пользователей по группам;
- индикатор статуса испытуемого (А16) – для выбранного испытуемого отображает номинальные значения количества верных и неверных ответов, УОЗО по грубой шкале на основе суммы правильных ответов, суммы набранных баллов за все правильные варианты ответа, оценки УОЗО по точной шкале на основе суммы набранных баллов, суммы штрафных баллов за все неправильные варианты ответа.

## Программная реализация режима диагностики основного диагностического модуля

На рис. 5 представлено окно интерфейса основного ДМ в режиме диагностики УОЗО.

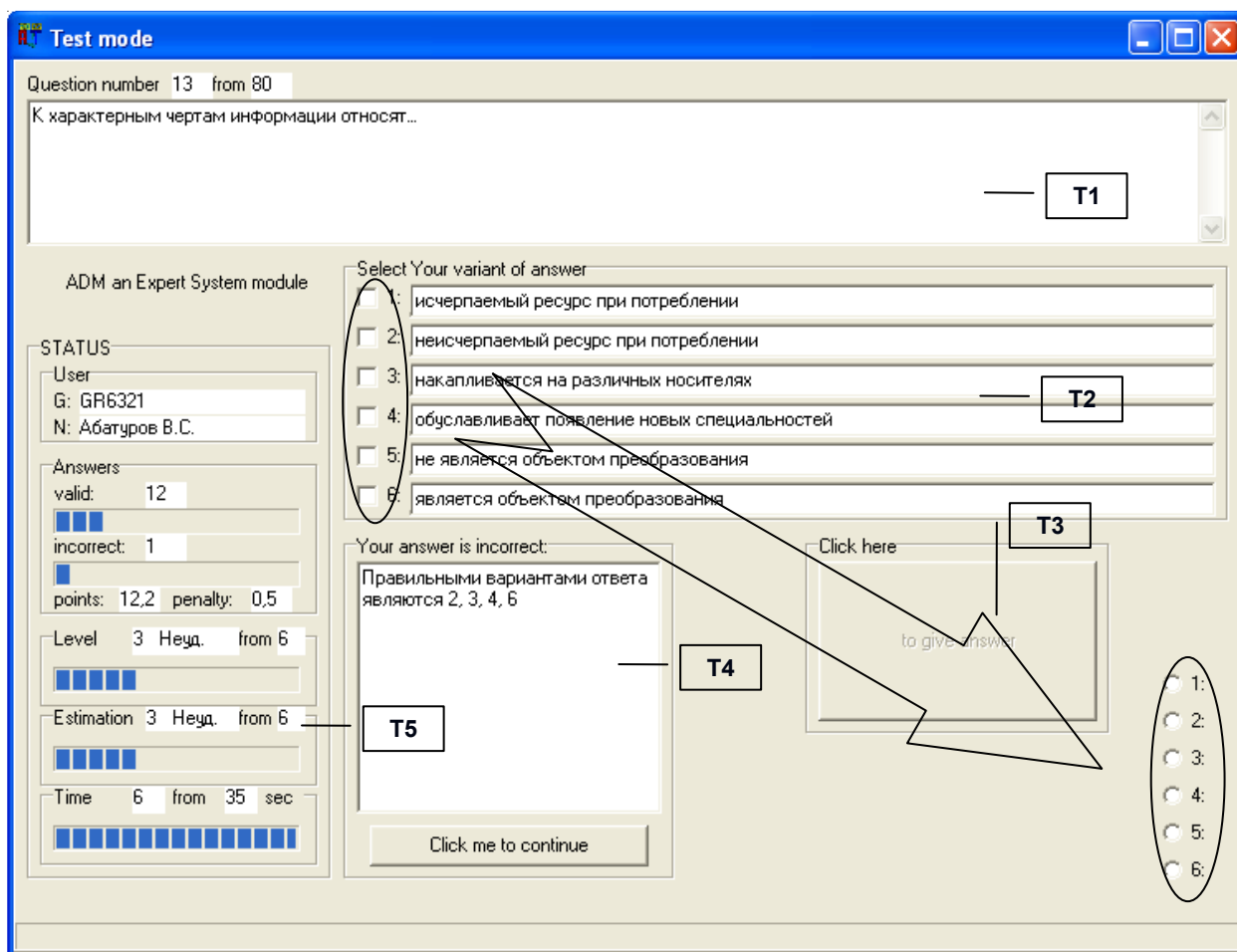


Рис. 5. Интерфейс основного диагностического модуля в режиме диагностики

В режиме диагностики испытуемому предоставляется возможность просмотра параметров вопроса и вариантов ответа каждого задания теста УОЗО по определенному предмету изучения посредством использования ряда элементов интерфейса: формулировка вопроса в виде текста (Т1); маркер признака корректности вариантов ответа и их формулировка в виде текста (Т2); процедура проверки корректности ответа на вопрос (Т3); формулировка пояснения в виде текста на неверный ответ на вопрос (Т4); статус пользователя (Т5), который включает код группы и Ф.И.О. испытуемого, количество верных и неверных ответов на вопросы, сумма набранных баллов и сумма штрафных баллов, УОЗО по грубой шкале на основе количества правильных ответов за каждый правильный ответ на вопросы, оценка УОЗО по точной шкале на основе суммы набранных баллов за каждый правильный вариант ответа на вопросы, номинальное значение интервала времени отведенного и оставшегося на выработку ответа на вопрос.

Результаты диагностики УОЗО в форме тестирования посредством основного ДМ сохраняются в реальном масштабе времени в базу данных с апостериорными данными.

## Алгоритмы поддержки функционирования основного диагностического модуля

Алгоритм работы основного ДМ в режиме администрирования представлен на рис. 6.

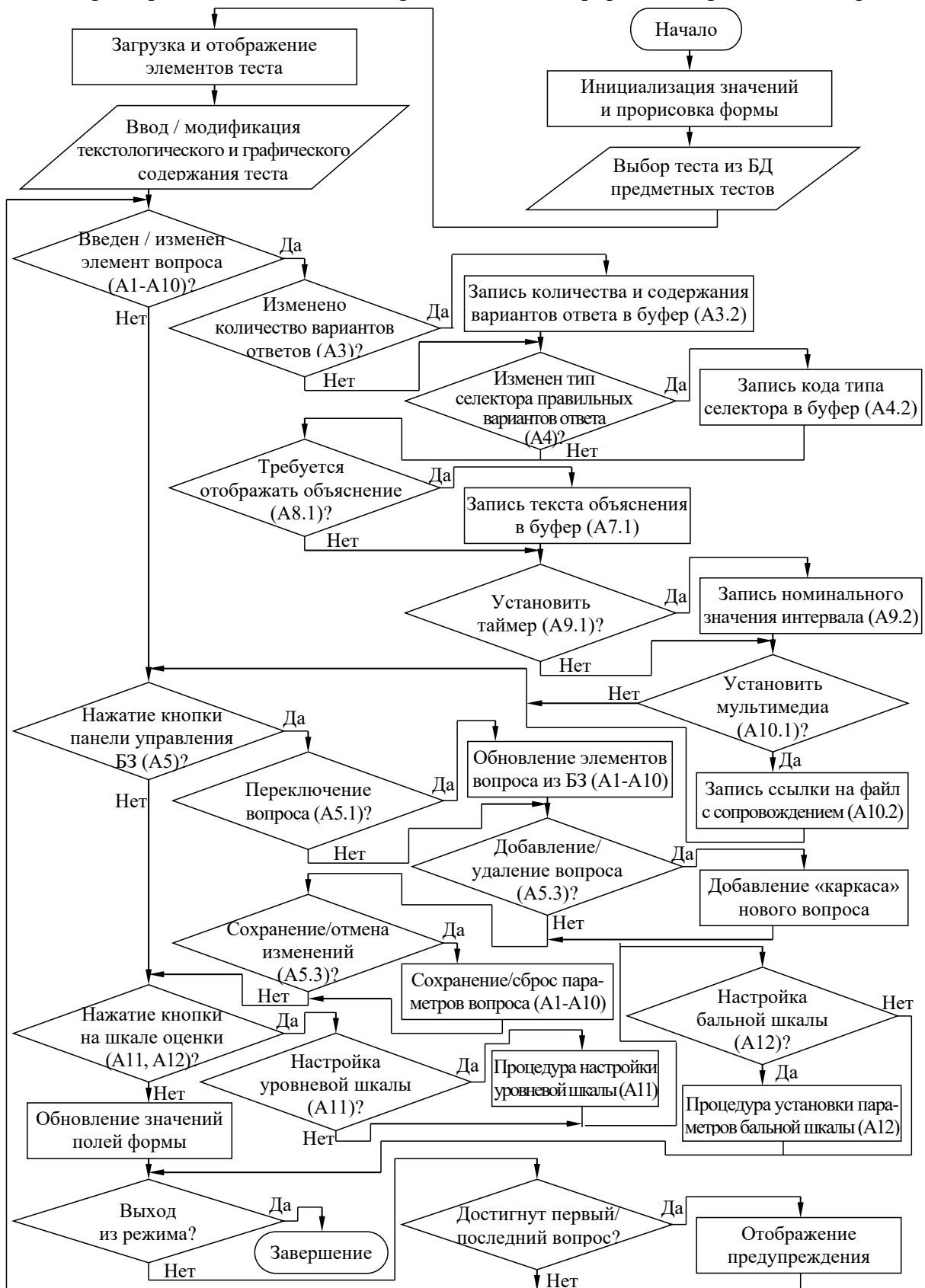


Рис. 6. Алгоритм функционирования основного диагностического модуля

в режиме администрирования

На рис. 7 представлен алгоритм работы основного ДМ в режиме диагностики УОЗО посредством двух шкал: грубая – на основе количества правильных ответов на вопросы; точная – на основе суммы набранных баллов за правильные варианты ответа на вопросы.

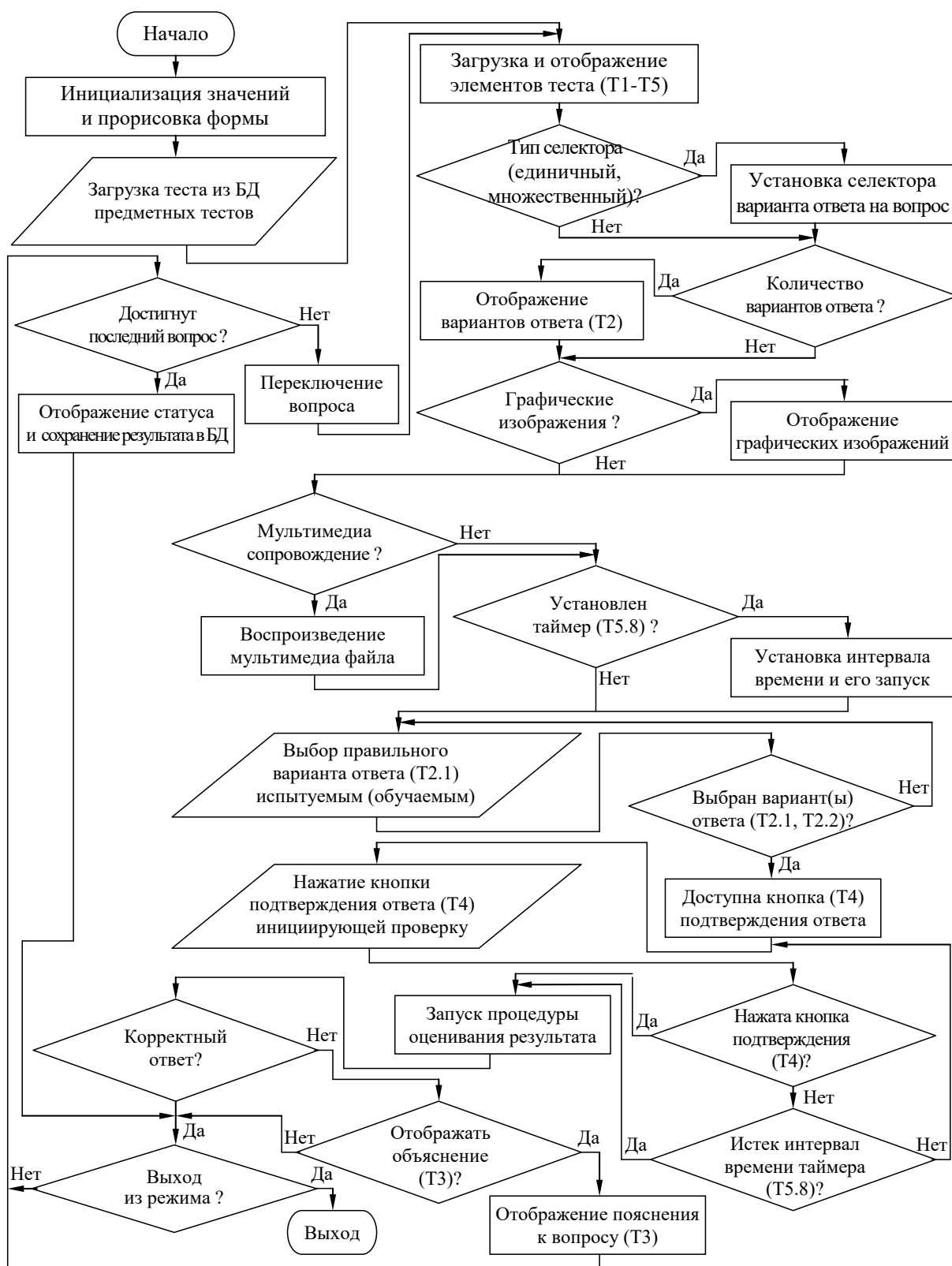


Рис. 7. Алгоритм функционирования основного диагностического модуля в режиме диагностики

## **Выводы, результаты практического использования и обработки апостериорных данных**

1. Автоматизация ИОС реализуется посредством создания, внедрения и использования аппаратного, программного и алгоритмического обеспечения, позволяющего существенно повысить эффективность производственной и непроизводственной деятельности специалистов в различных сферах на основе инноваций в области информационных технологий.
2. Наблюдается потеря актуальности традиционных подходов, методов и технологий, что обуславливает появление адаптивных и индивидуально-ориентированных сред и средств.
3. С 2003 г. в результате многолетней научно-исследовательской работы и написания диссертации автору удалось разработать комплекс программ для автоматизации задач исследования ИОС и повышения эффективности САО со свойствами адаптации на основе блока параметрических КМ, которая включает: ЭУ, основной и прикладной ДМ.
4. Одобрено использование блочно-модульного принципа в комплексе программ для обеспечения модернизации посредством замены разных программных модулей, добавления новых и удаления устаревших процедур поддержки диагностики параметров КМ.
5. Констатирован факт успешности практического использования разработанных ранее электронного учебника на основе процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов и основного ДМ, обеспечивающего тестирование УОЗО посредством тестов.
6. Разработано техническое описание ДМ для различных категорий пользователей.
7. Сформированы базы данных основного и прикладного ДМ для реализации тестирования.
8. Осуществлено практическое использование полученных ранее научных теоретических и практических результатов в учебном процессе «Международного банковского института» с 2004 г. и «Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета "ЛЭТИ"» с 2003 г. согласно полученным актам о практическом использовании.
9. В 2006-2007 г. получены три авторских свидетельства на две личные монографии и диссертацию (завершена в 2006 г.), в 2008 г. получено авторское свидетельство на учебное издание на правах учебника по дисциплине «Информатика» для студентов первого курса [12].
10. Оценка эффективности системы автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе блока параметрических КМ производилась с использованием общепринятых показателей эффективности (результативности) технологического процесса автоматизированного формирования знаний:  $\mathbf{K} = \{k_1; k_2; k_3\} = \left\{ Y_2 - Y_1; \frac{Y_2}{Y_1}; \frac{Y_2 - Y_1}{Y_1} 100\% \right\}$ , где коэффициенты  $k_1, k_2, k_3$  соответственно обозначают абсолютный, сравнительный и относительный показатели эффективности (результативности) формирования знаний обучаемых [12, 13], а результаты статистической обработки апостериорных данных серии экспериментов 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	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>х</sup> группах)								
Объем выборки	26	23	29	24	25	22	22	22
Средний	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

11. Первичный статистический анализ выборок с апостериорными данными не выявил существенных неоднородностей в виде выбросов и артефактов, определено соответствие нормальному закону распределения значений признаков аналитически и графически.

12. Применение корреляционного и дисперсионного анализа не отразили существенных и интересных научно-обоснованных тенденций, зависимостей и закономерностей.

13. В результате проведенного 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  $\hat{Y}(K_i)$ . Значения исходных ( $\beta$ ) и стандартизованных коэффициентов ( $\beta^i$ ) линейной регрессионной модели  $\hat{Y}(K_i)$  представлены в табл. 2-3. Константа равна 4,653.

Таблица 2

Значения исходных  $\beta$  и стандартизованных коэффициентов  $\beta'$ 

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

Таблица 3

Значения исходных  $\beta$  и стандартизованных коэффициентов  $\beta'$  (продолжение)

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

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

Тогда уравнение множественной регрессии принимает вид:

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

14. ТКМ позволяет реализовать дополнительный контур адаптации на основе блока параметрических КМ, а также быстро провести комплексный системный анализ ИОС, направленный на повышение эффективности информационного взаимодействия между субъектами и средствами обучения, увеличение результативности технологического процесса формирования знаний обучаемых в процессе функционирования системы АДО.

15. В ходе дискриминантного анализа выделено несколько групп обучаемых в зависимости от динамики значения показателя результативности обучения (оценки УОЗО): «5» – группа отличников; «4» – группа хорошистов; «3» – группа троечников.

Рис. 8 отражает геометрическую интерпретацию взаимного относительного расположения центроидов классов, соответствующих выделенным группам обучаемых в заданном пространстве координат двух канонических дискриминантных функций.

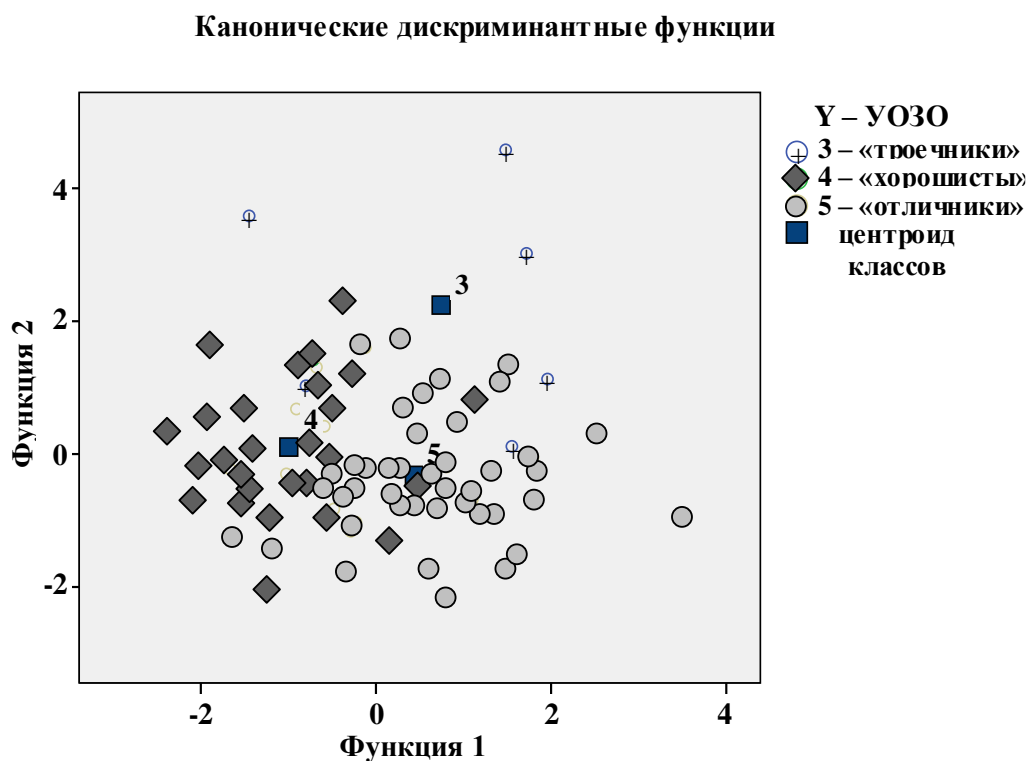


Рис. 8. Центроиды трех классов обучаемых в пространстве двух канонических функций

Информативность обеих представленных канонических дискриминантных функций примерно одинакова, а их разрешающая способность существенно дифференцируется по отношению к заданным центроидам классов: первая каноническая дискриминантная функция позволяет различать центроиды классов троечников и хорошистов относительно центроида класса отличников, но плохо различает между собой центроиды классов троечников и хорошистов; вторая каноническая дискриминантная функция позволяет различать центроиды классов хорошистов и отличников относительно центроида класса троечников, но относительно плохо различает между собой центроиды классов хорошистов и отличников.

Комплекс программ позволяет реализовать автоматизацию задач исследования и системного анализа ИОС для интенсификации информационного взаимодействия между субъектами и средствами обучения, а также существенно повысить эффективность функционирования САО со свойствами адаптации на основе блока параметрических КМ.



## 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. чл.-корр. МАН 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. чл.-корр. МАН 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<sup>ой</sup> 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. Среда автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей: Монография. – М.: Деп. в РАО. – 2007. – 256 с.
6. 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<sup>ой</sup> междунар. науч.-практ. конф., г. С.-Петербург, 19 апреля 2007 г. – СПб.: СПбГЭТУ, 2007. – С.142-144.
7. 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<sup>ой</sup> междунар. науч.-метод. конф., г. С.-Петербург, 21-22 июня 2007 г. – СПб.: МБИ, 2007. – С.110-113.
8. Ветров А.Н. Методики и алгоритмы в основе технологии когнитивного моделирования / А.Н. Ветров // «Управление качеством в современном ВУЗе»: материалы V<sup>ой</sup> междунар. науч.-метод. конф., г. С.-Петербург, 21-22 июня 2007 г. – СПб.: МБИ, 2007. – С.86-89.
9. 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.
10. 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.
11. Ветров А.Н. Технология когнитивного моделирования в автоматизированной образовательной среде. – М.: Вестник РУДН №4, 2008. Деп. во ВИНТИ РАН. – 2008. – 15 с.
12. Ветров А.Н. Отчет по НИР «Исследование среды автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей» за 2003-2005 год, проведенной в процессе написания диссертации, СПб., 2006. – 300 с.

**THE BASIC DIAGNOSTIC MODULE IN THE AUTOMATED  
TRAINING SYSTEM WITH THE PROPERTIES OF ADAPTATION  
BASED ON THE PARAMETRICAL COGNITIVE MODELS BLOCK**

A.N. Vetrov

Saint-Petersburg city

*The main diagnostic module realizes the automation of diagnostics of the level of residual knowledge of the contingent of trainees by means of using of the formed set of tests in the different subjects of studying, which are contained in the database*

**The information-educational environment, the automated training system, the diagnostic module, the cognitive modeling technology, the cognitive model, the configurable function of estimation, the interval scale of estimation**