

«Министерство образования и науки РФ»

---

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

---

**Средства автоматизации системного анализа  
информационно-образовательной среды  
на основе технологии когнитивного моделирования**

**Сборник научных статей**

г. Санкт-Петербург  
2008 г.

Рецензенты:

Ветров А.Н. Средства автоматизации системного анализа информационно-образовательной среды на основе технологии когнитивного моделирования: Сборник научных статей на правах монографии (спец. 01.02.01, 05.13.01, 05.13.10, 19.00.03, 08.00.10) 2008 г. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2008, «МБИ», 2008. – 59 с.

В сборнике научных статей на правах монографии представлены непосредственно технология когнитивного моделирования в автоматизированной образовательной среде, особенности реализации информационно-образовательных сред автоматизированного обучения и электронный учебник на основе процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов в автоматизированной образовательной среде.

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

на правах монографии

© Ветров А.Н., 2008 г.

## Содержание

1. Технология когнитивного моделирования в автоматизированной образовательной среде	4
2. Особенности реализации информационно-образовательных сред автоматизированного обучения	22
3. Электронный учебник на основе процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов в автоматизированной образовательной среде	37

## ТЕХНОЛОГИЯ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ

А.Н. Ветров, ассистент кафедры «Автоматики и процессов управления»

«Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета "ЛЭТИ"»

*Для решения комплексной научной проблемы создания, системного анализа и повышения эффективности функционирования среды автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей предлагается новая технология когнитивного моделирования, которая включает: методику ее использования, алгоритм формирования структуры когнитивной модели, методики исследования параметров когнитивных моделей субъекта и средства обучения, алгоритм обработки апостериорных данных тестирования, а также комплекс программ для автоматизации задач исследования*

### Информационно-образовательная среда, когнитивная модель, система автоматизированного обучения, технология когнитивного моделирования

#### Введение и особенности адаптивной среды на основе когнитивных моделей

Созданная автором (рис.1) структура информационно-образовательной среды (ИОС) системы автоматизированного (дистанционного) обучения (АДО) со свойствами адаптации на основе параметрических когнитивных моделей (КМ) выступает замкнутым контуром (с обратными связями) и является гибридной: имеет 2 уровня информационного взаимодействия и 6 каналов обмена информацией между источниками информации и потребителями информации [1, 2, 3, 4, 6].

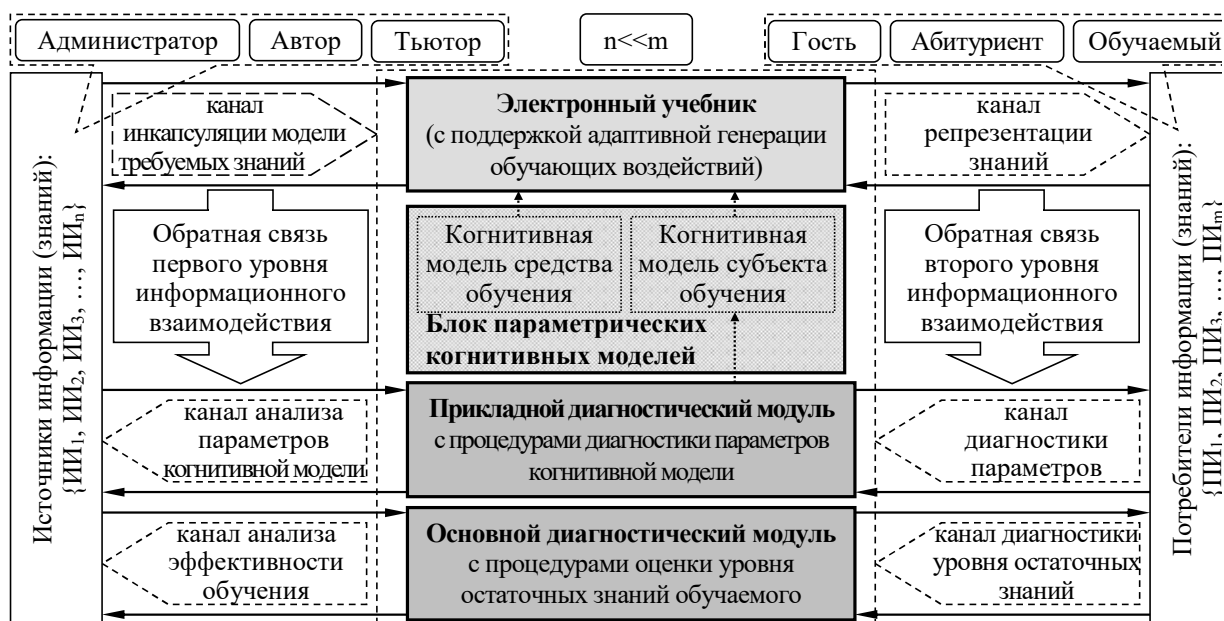


Рис. 1. Структура информационно-образовательной среды системы автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе параметрических когнитивных моделей

Предложенная в научной статье технология когнитивного моделирования (ТКМ) выступает универсальной по отношению к объекту исследования и предметной области [2, 6].

ТКМ – итеративный цикл, предусматривающий возвраты в случае выявления разнородных ошибок и несоответствий, включающий последовательность технологических этапов реализующих системный анализ: идентификация – получение информации об объекте исследования, концептуализация – создание концептуальной схемы или модификация набора концептов, структурирование – разработка структурной схемы или модификация элементов концептуальной схемы, формализация – построение первого и второго уровня структуры параметрической КМ или изменение способа (модели) представления параметрической КМ, структурный анализ – верификация первого уровня структуры параметрической КМ или модификация его разнородных информационных элементов (математических множеств), параметрический анализ – верификация второго уровня структуры параметрической КМ или модификация его разнородных информационных элементов (математических множеств), реализация – размещение полученной параметрической КМ в основе среды исследования, выявление несоответствий и причин затруднений при интеграции параметрической КМ, моделирование – моделирование, основанное на целостном подходе, решение проблем измерения и учета номинальных значений параметров, анализ – статистическая обработка данных полученных с помощью параметрической КМ, выявление различных тенденций, зависимостей, закономерностей и связей, а также разнородных неоднозначностей и неоднородностей, предметная интерпретация – интерпретация полученных зависимостей и закономерностей, научное обоснование полученных научных результатов в рамках предметных областей, синтез – накопление новых знаний о динамике объекта исследования в предметной области, добавление новых научных аспектов (подходов) рассмотрения объекта исследования. Апостериорные данные использования ТКМ для системного анализа ИОС системы АДО приведены непосредственно в инновационных авторских научных трудах [4, 6].

На разных технологических этапах ТКМ используются методики и алгоритмы, реализующие различные функции и поддерживающие стадии системного анализа [6, 9]:

- методика использования ТКМ формализует последовательность системного анализа ИОС;
- алгоритм формирования структуры КМ на базе ряда способов представления КМ;
- два способа представления структуры параметрической КМ (граф и структурная схема);
- методики исследования параметров КМ субъекта обучения и КМ средства обучения;
- алгоритм математической обработки апостериорных данных, полученных в ходе процедур автоматизированного тестирования уровня остаточных знаний контингента обучаемых (УОЗО) и диагностики индивидуальных особенностей личности субъектов обучения (ИОЛСО) реализуемых соответственно посредством основного и прикладного диагностических модулей (ДМ), входящих в систему АДО.

Для проведения системного анализа сложных ИОС систем АДО ТКМ предусматривает привлечение ряда специалистов-консультантов: эксперт в предметной области – преподаватель, физиолог, психолог, лингвист или методист, когнитолог – квалифицированный специалист в области инженерии знаний, обеспечивающий корректность полученной структуры параметрической КМ, системный аналитик – специалист в области системного анализа и моделирования ИОС, программист – квалифицированный специалист в области языков программирования, владеющий разнородными современными методами и подходами к реализации разных высоко-технологичных компонентов ИОС системы АДО посредством разных интегрированных сред программирования (Borland C++ Builder).

При использовании ТКМ возможно добавление новых, удаление устаревших и модернизация существующих методов и алгоритмов для реализации системного анализа [6, 9].

В общем виде структура системы АДО может быть формализована с точки зрения классической теории автоматического управления и представлена следующим образом (рис. 2).

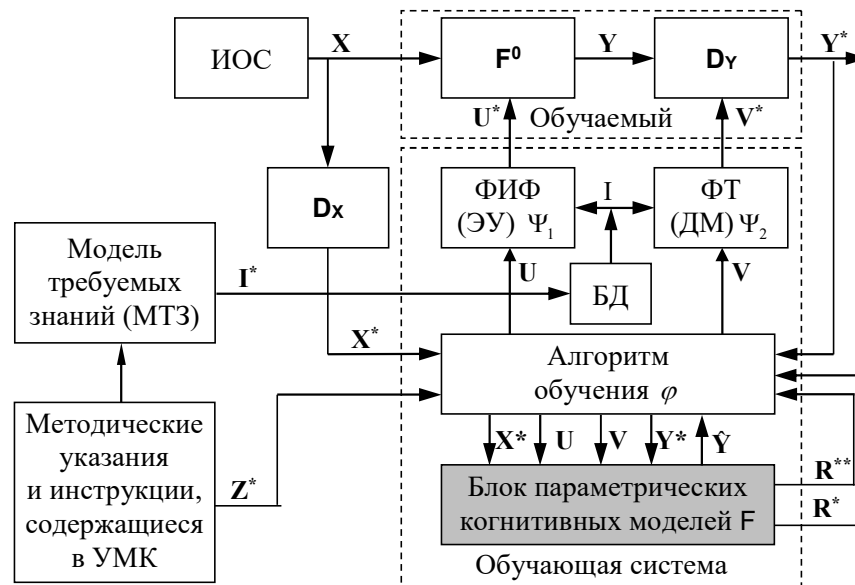


Рис. 2. Структурная схема системы автоматизированного (дистанционного) обучения на основе параметрических когнитивных моделей

На рис. 2 введены обозначения:  $F^0$  – оператор преобразования воздействия среды  $X$  и обучающего воздействия (ОВ)  $U^*$  в конечное состояние обучаемого  $Y$ , ФИФ – формирователь информационных фрагментов – обеспечивает адаптивную генерацию ОВ  $U^*$  и контрольных вопросов  $V^*$  с использованием адресов в БД и параметров отображения  $U_i$  и  $V_i$  на основе модели требуемых знаний  $I$ ,  $Y^*$  – результативность тестовых заданий рассчитывается оператором  $D_Y$  (датчик) на основе конечного состояния обучаемого  $Y$  и набора контрольных вопросов  $V^*$ .

Задача и цель процесса формирования знаний:  $Z^* = \begin{cases} Q(Y^*) \rightarrow \delta, \\ T(Y^*) \rightarrow \min, \end{cases}$   $\delta$  – требуемый УОЗО.

Алгоритм обучения представляется в виде:  $Q(P_{n+1}) = Q(F(P_n, U_{n+1}, C_n)) \rightarrow \min_{U_i, R_j} \Rightarrow U_{n+1}^*$

## Методика использования технологии когнитивного моделирования

Методика использования ТКМ для системного анализа ИОС системы АДО (рис. 3) формализует последовательность и особенности применения технологических этапов итеративного цикла предложенной ТКМ для системного анализа и повышения эффективности формирования знаний обучаемых в ИОС системы АДО, а также набор определенных методик и алгоритмов используемых на каждом из них.



Рис. 3. Методика использования технологии когнитивного моделирования

## Алгоритм формирования структуры когнитивных моделей

Алгоритм формирования структуры параметрической КМ (рис. 4) формализует последовательность (ре)конструирования структуры параметрической КМ на основе одной из существующих моделей представления структурированных данных (логическая и фреймовая модель, семантическая сеть и онтология) или предложенных автором моделей представления структурированных данных: ориентированный граф сочетающий элементы теории множеств и многоуровневая структурная схема, обеспечивающие наиболее наглядное представление структуры параметрической КМ.

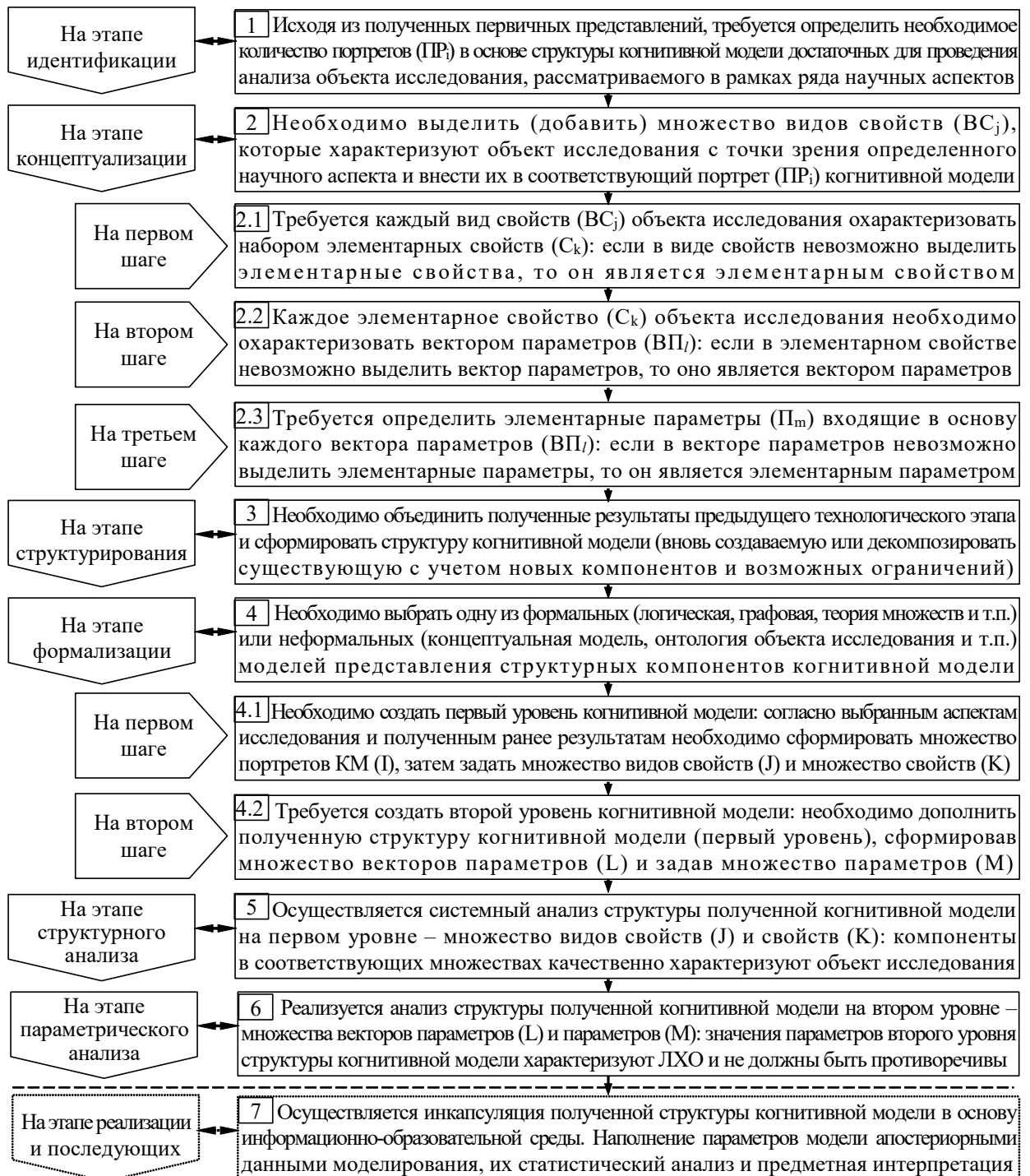


Рис. 4. Алгоритм формирования структуры когнитивной модели



## Понятие и способы (модели) представления структуры когнитивной модели

КМ – (ре)конструируемый в ширину и глубину репертуар параметров, который эшелонирован на ряд портретов (ПР<sub>i</sub>) с определенным научным обоснованием и стратифицирован на несколько разнородных математических множеств, расположенных на двух уровнях выделенной иерархии (структуры): множество видов свойств (ВС<sub>j</sub>), множество элементарных свойств (С<sub>k</sub>), множество векторов параметров (ВП<sub>l</sub>) и множество элементарных параметров (П<sub>m</sub>) [6]. Допустимо применение одной из существующих моделей представления данных [5].

При этом предлагается два способа (модели) представления структуры КМ [6]:

- ориентированный граф, сочетающий теорию математических множеств (рис. 5) – непосредственно поддается алгоритмизации и программной реализации, представляет собой совокупность вершин соединенных связями, находящимися на разных уровнях выделенной иерархии (структуры);
- многоуровневая структурная схема (рис. 6) – включает ряд разнородных соподчиненных математических множеств информационных элементов находящихся на разных уровнях выделенной иерархии (структуры), предполагает полную редукцию информационных связей, выступает удобным для интерпретации способом представления структуры КМ.

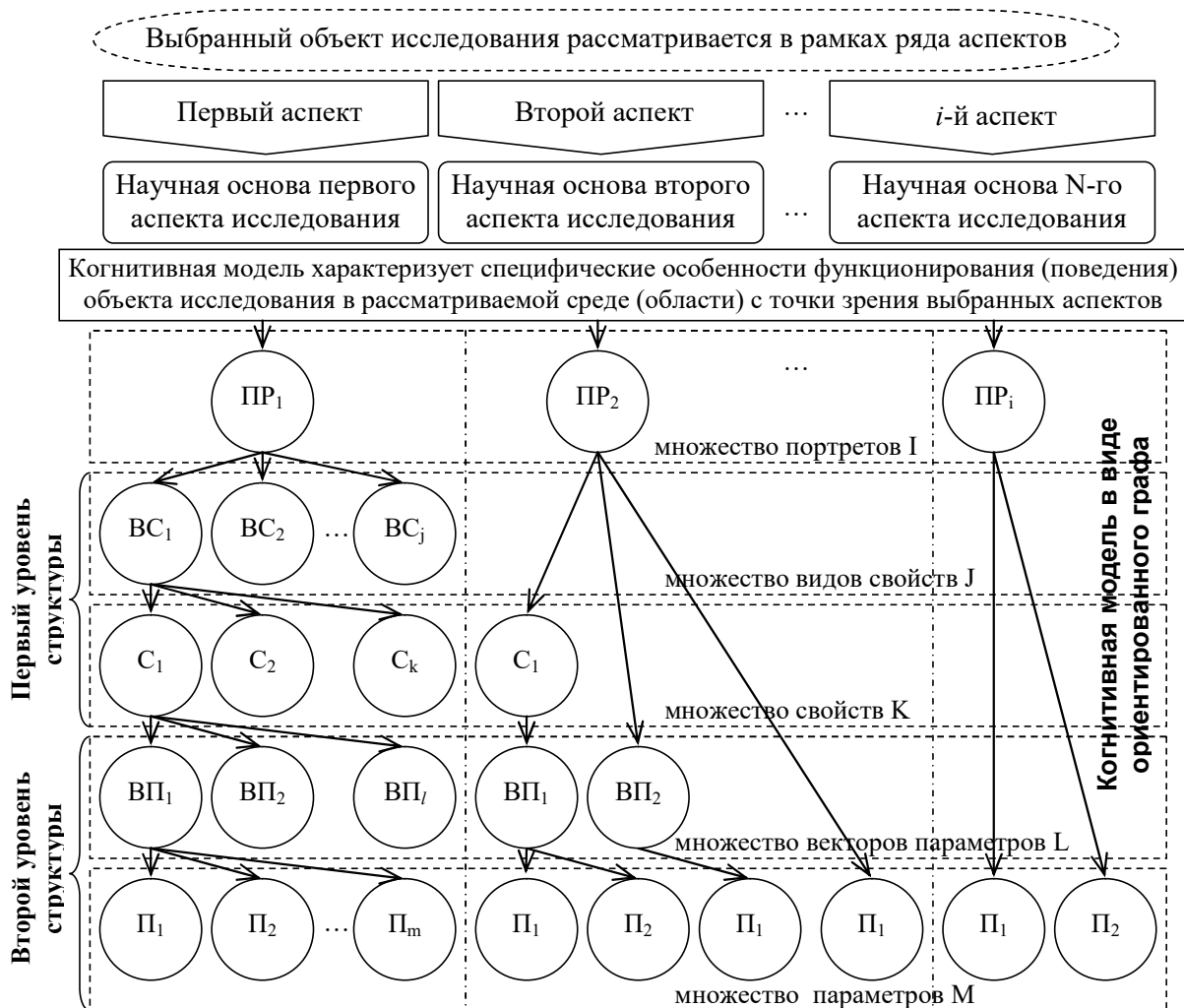


Рис. 5. Представление структуры когнитивной модели в виде ориентированного графа



Рис. 6. Представление когнитивной модели в виде многоуровневой схемы

**Структуры когнитивных моделей субъекта обучения и средства обучения, а также методики их исследования и алгоритм обработки апостериорных данных**

Параметрическая КМ субъекта обучения (рис. 7) концентрирует параметры, характеризующие индивидуальные особенности восприятия, обработки и понимания субъектом обучения содержания набора информационных фрагментов по предмету изучения [2, 3, 4, 6].

Параметрическая КМ средства обучения (рис. 8) концентрирует параметры, отражающие потенциальные технические возможности адаптивного электронного учебника при реализации индивидуально-ориентированной генерации разнородных обучающих воздействий различным способом посредством процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов оперирующего на основе инновационного блока параметрических КМ [3, 4, 6, 8].

Методика исследования параметров КМ субъекта обучения (рис. 9) позволяет наполнить и сохранить в БД разработанного комплекса программ актуальное математическое множество номинальных значений параметров содержащихся в сформированной структуре параметрической КМ субъекта обучения, подобрать набор методов их исследования, обеспечить постановку и провести серию экспериментальных исследований посредством использования прикладного ДМ [3, 4, 6, 7, 10].

Методика исследования параметров КМ средства обучения (рис. 10) позволяет настроить разнородные компоненты комплекса программ, добавить новую или удалить существующую процедуру в основе процессора адаптивной репрезентации последовательности информационных фрагментов, а также рассчитать номинальные значения параметров отображения информации для каждого определенного обучаемого (субъекта обучения).

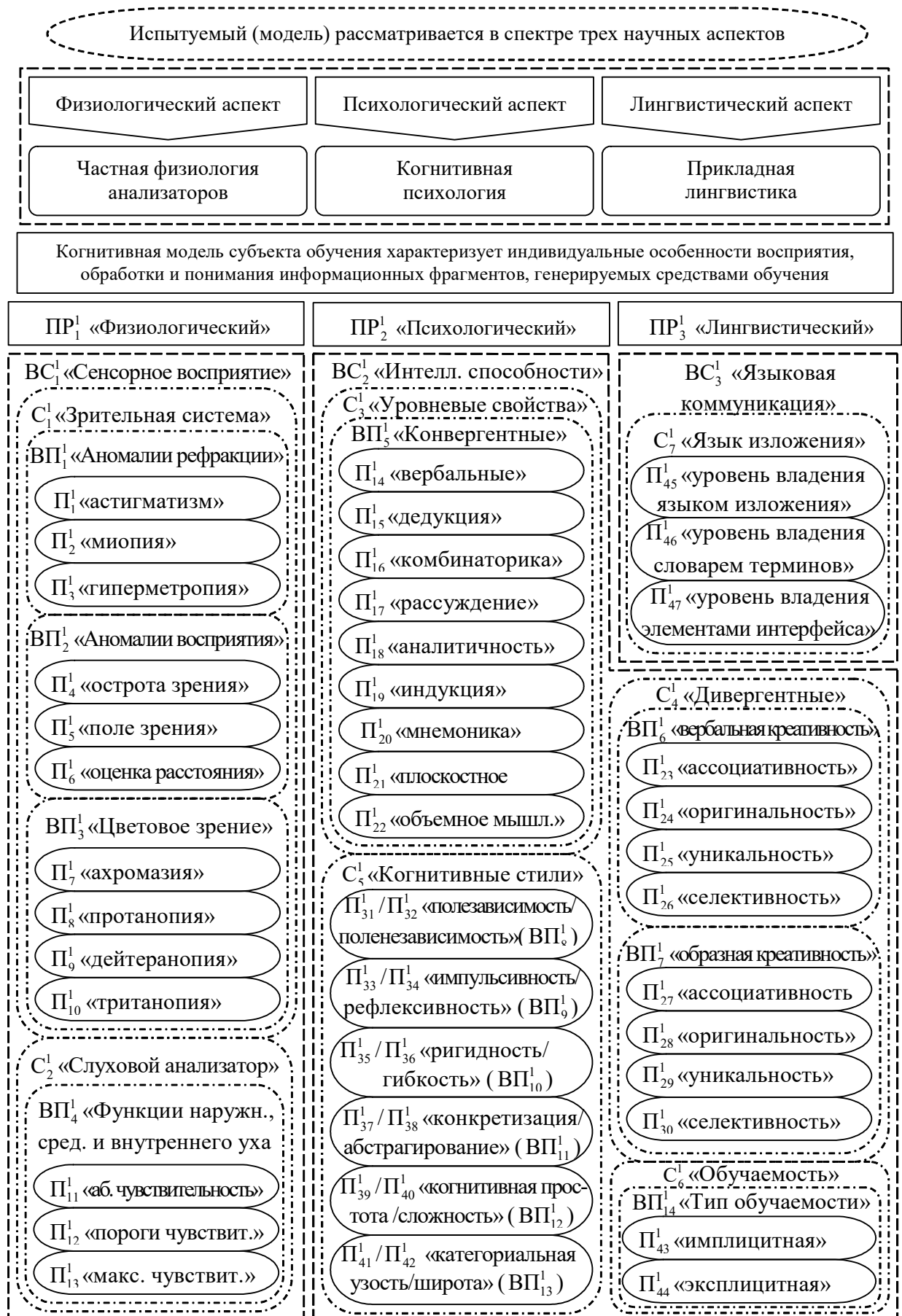


Рис. 7. Структура когнитивной модели субъекта обучения



Рис. 8. Структура когнитивной модели средства обучения

Методики исследования параметров КМ позволяют корректно настроить программный комплекс для автоматизации задач исследования ИОС системы АДО.

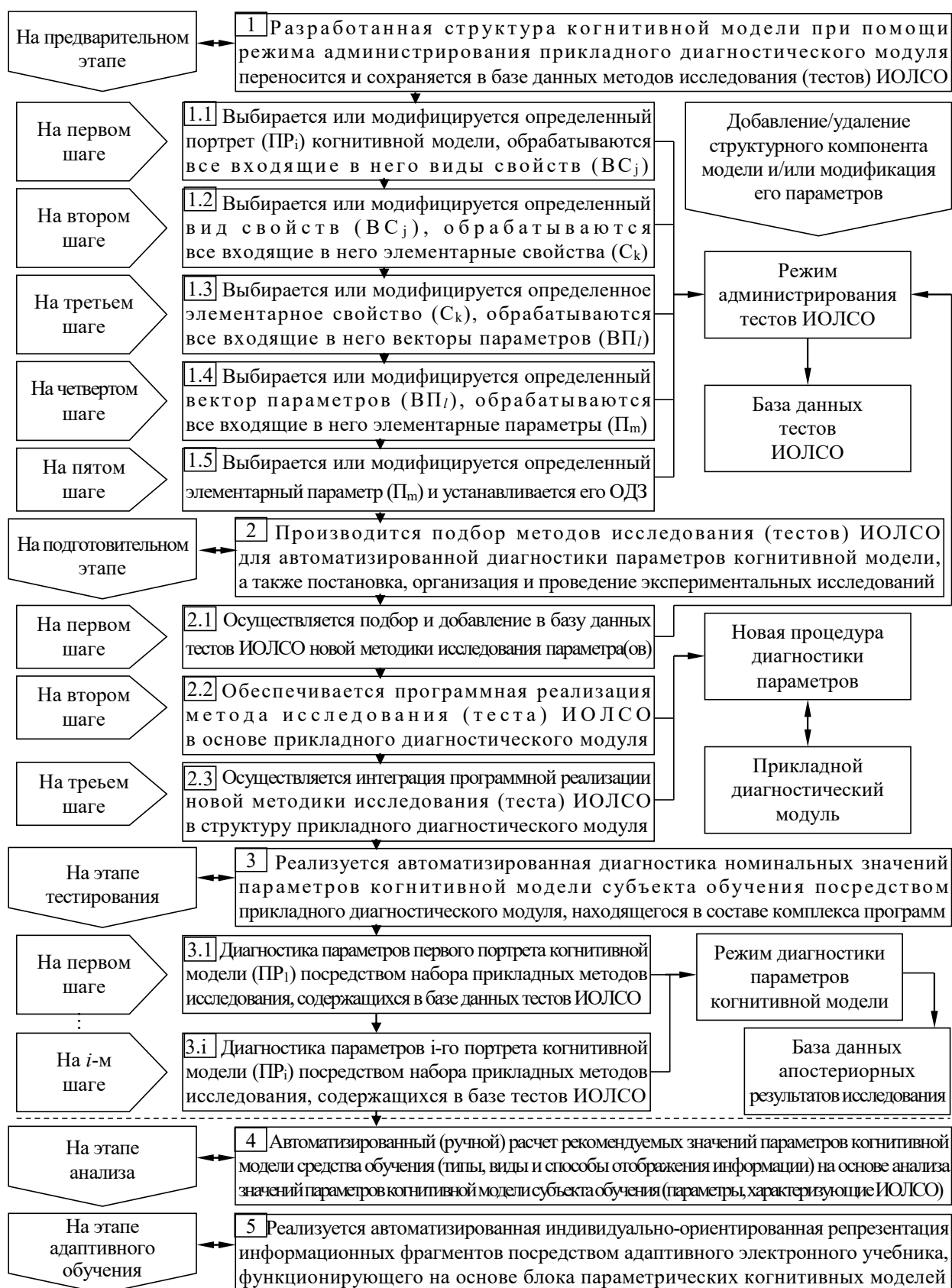


Рис. 9. Методика исследования параметров когнитивной модели субъекта обучения

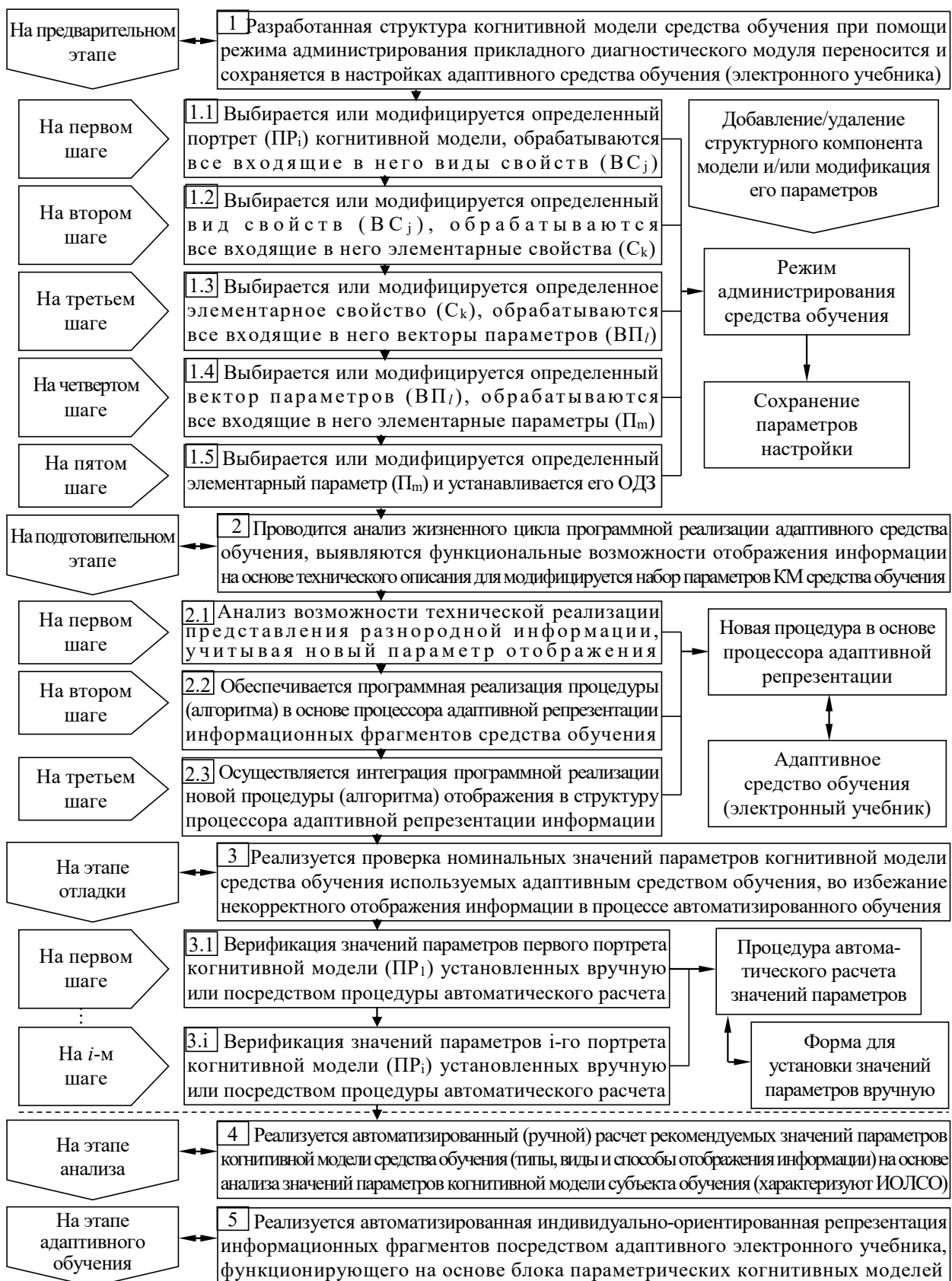


Рис. 10. Методика исследования когнитивной модели средства обучения

Алгоритм обработки апостериорных данных исследования (рис. 11) позволяет сформировать интервальную шкалу и функцию оценивания, подготовить разработанное программное обеспечение для реализации процедуры автоматизированного тестирования контингента испытуемых, обеспечить первичную и вторичную математическую обработку полученных выборок данных на основе множества подобранных коэффициентов и статистических методов, оценить качество и модифицировать последовательность заданий содержащихся в используемых тестах и методах исследования ИОЛСО.



Рис. 11. Алгоритм обработки апостериорных данных исследования

Комплекс программ (рис. 12) предназначен для автоматизации задач исследования ИОС, а также реализует технологию адаптивного обучения [3, 6, 7, 8, 10, 11].

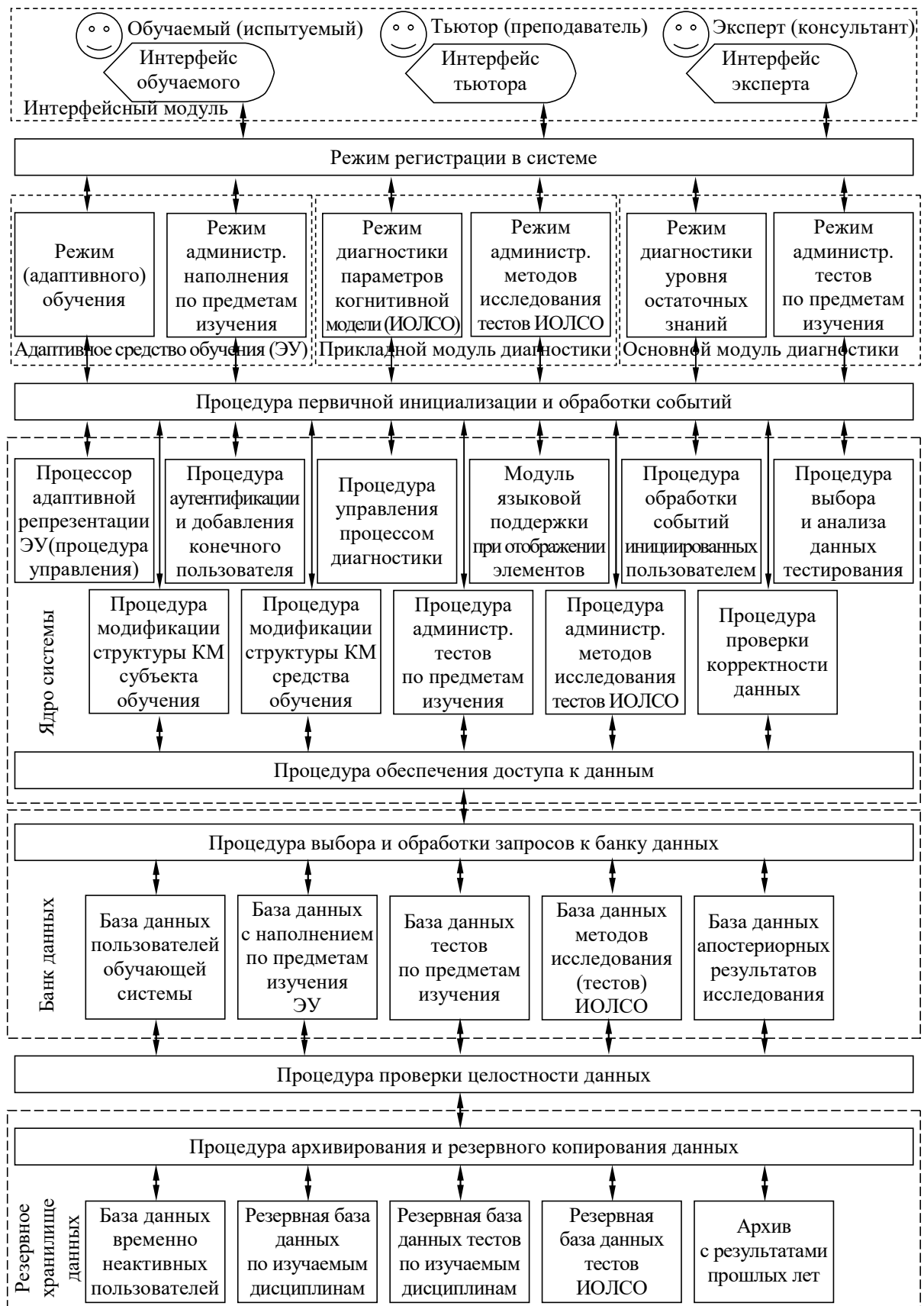


Рис. 12. Структурно-функциональная схема комплекса программ



## Выводы

1. Практическое использование результатов осуществлялось в учебном процессе «Международного банковского института» (г. Санкт-Петербург) и «Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета "ЛЭТИ"» (имеются акты о практическом использовании и получены 3 авторских свидетельства).
2. Оценка эффективности результатов исследования производилась с использованием общепринятых показателей эффективности (результативности) обучения (на расстоянии):

$$K = \{k_1; k_2; k_3\} = \left\{ Y_2 - Y_1; \frac{Y_2}{Y_1}; \frac{Y_2 - Y_1}{Y_1} 100\% \right\}, \text{ где коэффициенты } k_1, k_2, k_3 \text{ соответственно}$$

обозначают абсолютный, сравнительный и относительный показатели эффективности (результативности) формирования знаний контингента обучаемых [12, 13], а результаты статистической обработки апостериорных данных серии автоматизированных экспериментов обобщены 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 год								
Объем выборки	20	21	25	18	18	15	0	0
Средний балл $Y_1$	4,05	4,286	4,24	4,611	4,056	4,4	-	-
СКО среднего балла	0,686	0,845	0,779	0,502	0,802	0,507	-	-
Показатели результативности обучения за 2005 год								
Объем выборки	24	22	24	25	24	22	23	21
Средний балл $Y_2$	4,333	4,046	4,375	4,16	4,042	4,091	4,696	4
СКО среднего балла	0,817	0,785	0,824	0,8	0,859	0,811	0,559	0,894
Показатели результативности обучения за 2006 год (с исп. ТКМ в 3 <sup>х</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 среднего балла	0,707	0,656	0,775	0,751	0,572	0,612	0,858	0,853
Итоги статистического анализа								
Показатели, отражающие изменение эффективности обучения за 2004-2005 год								
$k_1$	0,283	-0,240	0,135	-0,451	-0,014	-0,309	-	-
$k_2$	1,07	0,944	1,032	0,902	0,997	0,93	-	-
$k_3, \%$	6,996	-5,606	3,184	-9,781	-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 год								
$k_1$	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 полученные номинальные 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 номинальных значений коэффициентов (предикторов)  $K_i$  находящихся в основе полученной линейной регрессионной модели  $\hat{Y}(K_i)$ .

Номинальные значения исходных ( $\beta$ ) и стандартизованных коэффициентов ( $\beta'$ ) линейной модели множественной регрессии  $\hat{Y}(K_i)$  представлены в табл. 2-3. Константа линейной модели множественной регрессии равна 4,653.

Таблица 2

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

Предиктор	Vozi	$K_7$	$K_8$	$K_9$	$K_{14}$	$K_{15}$	$K_{16}$	$K_{17}$	$K_{18}$	$K_{19}$
Значение исходного	-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	-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

Предикторы в полученной линейной модели множественной регрессии:

$K_7 = \Pi_7^1, K_8 = \Pi_8^1, K_9 = \Pi_9^1, K_{14} = \Pi_{14}^1, K_{15} = \Pi_{15}^1, K_{16} = \Pi_{16}^1, K_{17} = \Pi_{17}^1, K_{18} = \Pi_{18}^1, K_{19} = \Pi_{19}^1, K_{20} = \Pi_{20}^1, K_{21} = \Pi_{21}^1, K_{22} = \Pi_{22}^1, K_{23} = \Pi_{23}^1, K_{24} = \Pi_{24}^1, K_{25} = \Pi_{25}^1, K_{27} = \Pi_{27}^1, K_{28} = \Pi_{28}^1, K_{29} = \Pi_{29}^1, K_{45} = \Pi_{45}^1, Vozi$ , а фактором (зависимой переменной) выступает результативность обучения  $Y$ .

Тогда алгебраическое уравнение множественной регрессии принимает вид:

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

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

5. В ходе дискриминантного анализа осуществлялось выделение нескольких групп обучаемых в зависимости от показателя результативности (эффективности) обучения (оценка УОЗО): «5» – группа «отличников», «4» – группа «хорошистов» и «3» – группа «троечников».

Рис. 13 отражает непосредственно геометрическую интерпретацию относительного расположения введенных центроидов классов, которые соответствуют выделенным для системного анализа группам обучаемых в пространстве координат двух канонических дискриминантных функций.

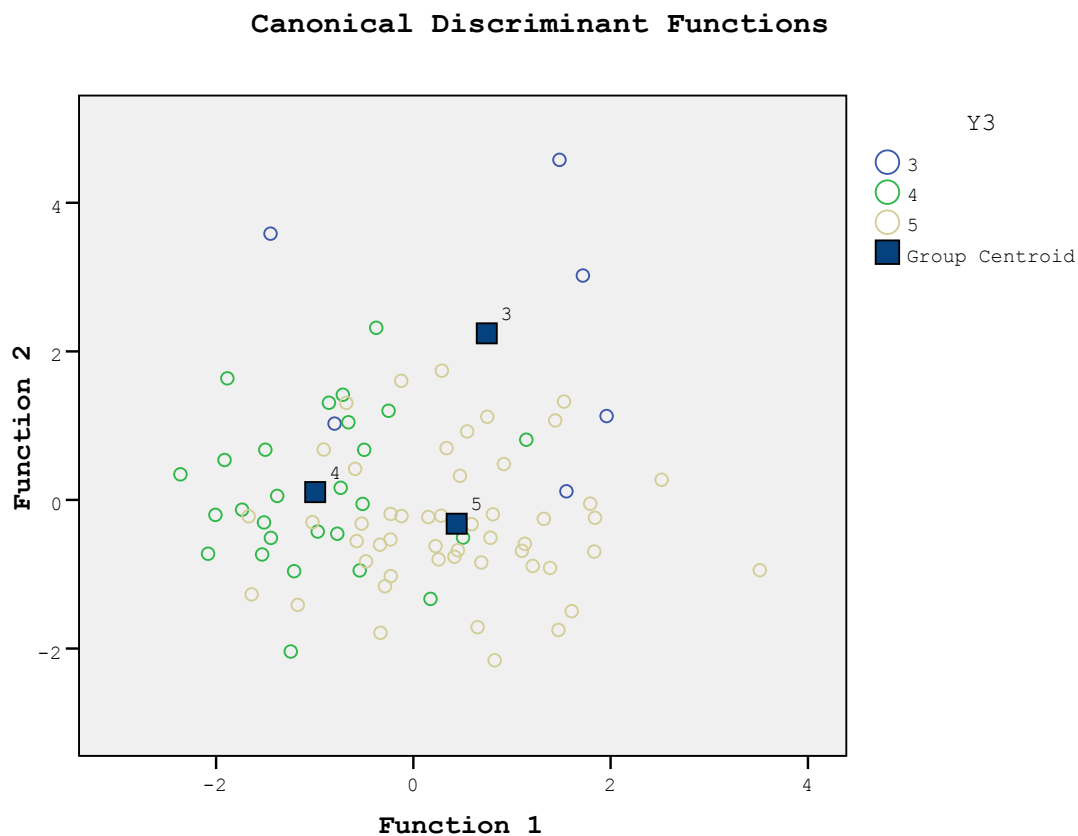


Рис. 13. Центроиды разных классов обучаемых в пространстве канонических функций

## Список литературы

1. Ветров А.Н. Факторы успеха в образовательной деятельности современного ВУЗа: Тенденции развития информационной среды дистанционного образования / А.Н. Ветров, Н.А. Ветров; коллективная монография под ред. члена-корр. «Международной академии наук ВШ» И.Н. Захарова. – СПб: Изд-во «МБИ», 2004. – С.54-65 (148 с.).
2. Ветров А.Н. Факторы успеха в образовательной деятельности современного ВУЗа: Когнитивная модель для адаптивных систем дистанционного обучения / А.Н. Ветров, Е.Е. Котова; коллективная монография под ред. члена-корр. «Международной академии наук ВШ» И.Н. Захарова. – СПб: Изд-во «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 междунар. науч.-практ. конф., г. Санкт-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 «Международной академии наук ВШ», №3(37). – М.: «МАН ВШ», 2006. – 18 с.
5. Ветров А.Н. Особенности развития теории информации и информационных технологий на пороге XXI 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 междунар. науч.-практ. конф., г. Санкт-Петербург, 19 апреля 2007 г. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 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 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 международ. 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, Изд-во «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2007. – 9 с.
11. Ветров А.Н. Электронный учебник на основе процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов в автоматизированной образовательной среде. – М.: Деп. во «ВИНИТИ» «РАН». – 2008. – 15 с.
12. Дружинин В.Н. Структура и логика психологического исследования. – М.: «ИП» «РАН», 1994. – 163 с.
13. Мириманова М.С. Информационно-когнитивные процессы. – М.: «Прометей», 1989. – 80 с.

## **THE COGNITIVE MODELING TECHNOLOGY IN AUTOMATED EDUCATIONAL ENVIRONMENT**

A.N. Vetrov, assistant of subfaculty “Automatics and control processes”  
of “The Saint-Petersburg state electrotechnical university”

*For the decision of a complex scientific problem of creation, system analysis and increase of functioning efficiency of the automated training environment with properties of adaptation based on cognitive models the new cognitive modelling technology is offered, that includes: technique of its use, algorithm of formation of structure of cognitive model, technique of parameters research of cognitive models of subject and means of training, algorithm of a posteriori data processing of testing, and also a complex of programs for automation of research tasks*

**Information-educational environment, cognitive model,  
automated training system, cognitive modeling technology**

## ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СРЕД АВТОМАТИЗИРОВАННОГО (ДИСТАНЦИОННОГО) ОБУЧЕНИЯ

Ветров А.Н., ассистент кафедры «Автоматики и процессов управления»  
«Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета "ЛЭТИ"»

### Аннотация

Проводится анализ особенностей распределенной информационной среды образовательных центров региона и области как интегральной совокупности организационного, аппаратного, программного, технического и методического обеспечения ориентированного на реализацию автоматизированного обучения (на расстоянии) посредством достижений в области информационных и коммуникационных технологий

Ключевые слова: информационно-образовательная среда, информационные технологии, образовательное учреждение (центр), (дистанционное) обучение (образование), система автоматизированного (дистанционного) обучения, программное обеспечение.

### Организация информационных сред автоматизированного обучения (на расстоянии)

Топология организации информационно-образовательных сред (ИОС) автоматизированного (дистанционного) обучения (АДО) в стране, регионе или области объединяет ряд образовательных учреждений, их региональные и виртуальные представительства, которые предоставляют широкий комплекс разнородных образовательных услуг дифференцированному контингенту потребителей (субъектов обучения) (рис. 1).

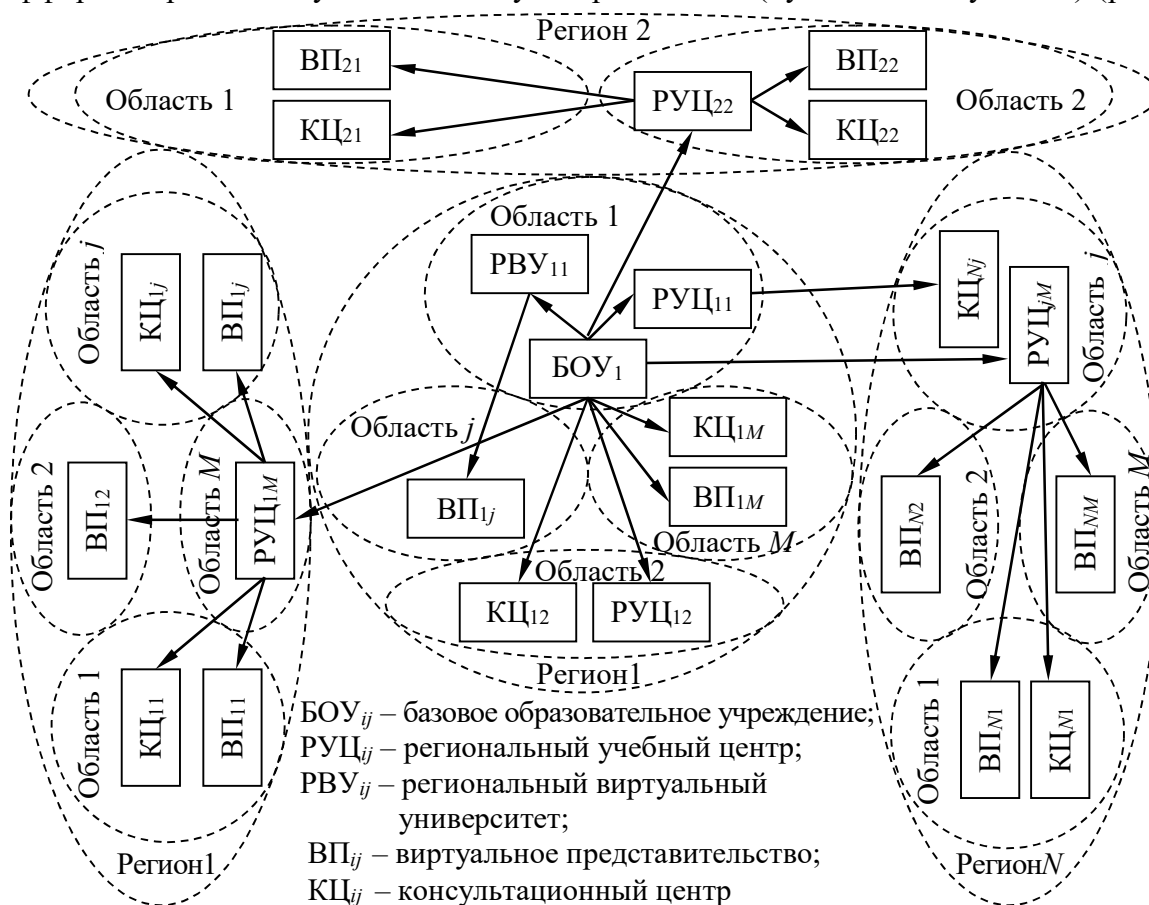


Рис. 1. Топология организации распределенной информационно-образовательной среды автоматизированного (дистанционного) обучения

## **Глобализация и особенности информатизации информационно-образовательных сред**

Глобализация информационной среды оказывает существенное влияние на создание, распределение и использование информационных ресурсов, продуктов и услуг между разными категориями потребителей (субъектов информационной среды) [1-3], при этом наблюдается существенная интенсификация развития и появления новых (инновационных) информационных и коммуникационных технологий (ИКТ), которые обеспечивают объединение региональных образовательных центров и учреждений, а также создание, распространение и использование распределенных международных ИОС.

Использование современных достижений в области информационных технологий (ИТ) позволяет обеспечить открытый разграниченный доступ разных категорий пользователей к территориально распределенным информационным ресурсам, продуктам и услугам, а также информационным хранилищам, которые содержат информацию по предметным областям.

Системы (дистанционного) образования развитых (развивающихся) стран мира используют различные группы стандартов (требований) в области качества ИОС и используют в своей основе две стратегии подготовки контингента обучаемых: фундаментальная – логическая последовательность изложения информации (данных) по связанным объектам исследования (дисциплинам) из различных областей научных знаний, обеспечивающих подготовку квалифицированных специалистов широкого профиля; специальная – построение специфической образовательной траектории с ориентиром на определенную специализацию контингента обучаемых в рамках будущей профессии.

В ИОС образовательных учреждений (учебных центров) различного уровня инновационных систем (дистанционного) образования непосредственно используются традиционные (классические) и компьютерные технологии обучения (на расстоянии), при этом они оперируют в рамках различных допустимых форм организации образовательного процесса как управляемого процесса формирования знаний обучаемых: очная – с отрывом от основной деятельности обучаемого (субъекта обучения) в аудиториях базового образовательного учреждения (учебного центра) или его представительств, заочная – без отрыва от основного вида профессиональной деятельности с разделением во времени, очно-заочная – сочетает обе формы технологического процесса обучения (на расстоянии) и часто используется для повышения квалификации дипломированных специалистов.

Существует множество традиционных подходов и направлений исследования ИОС: организационное, техническое и методическое обеспечение (Круподеров Р.И., Тихонов А.Н. и другие), проблематика внедрения и использования ИКТ в сфере образования (Довгялло А.М., Кинелев В.Г. и другие), развитие системы образования на фоне кризиса национальных факторов (Кашицин В.П., Садовничий В.А. и другие), теория открытых систем, математические модели и методы анализа (Хакен Г., Айзерман М.А. и другие), теории искусственного интеллекта и алгоритмического обеспечения (Гуревич Ю.Б., Поспелов Д.А. и другие), моделирование и алгоритмизация процесса обучения (Беспалько В.П., Кларин М.В. и другие) и теория интеллектуальных систем и языков представления знаний (В.П. Андреев, Д.А. Поспелов и другие).

Информатизация разнородных образовательных учреждений (учебных центров) расположенных в одной или нескольких странах, регионах и областях является актуальной комплексной научной проблемой и достигается посредством создания, внедрения и практического использования средств автоматизации, которые существенно повышают эффективность (продуктивность) функционирования ИОС, что инициирует рассмотрение широкого спектра частных научных задач и прикладных вопросов, относящихся к особенностям обработки информации разного рода выраженной в данных (рис. 2).



Рис. 2. Аспекты и направления информатизации информационно-образовательных сред

Приобретают существенную актуальность новые научные направления, изучающая процесс информационного обмена между субъектами и средствами обучения: когнитивная информатика (теория информации), психо-физиология восприятия (частная физиология сенсорных систем), когнитивная психология и когнитивная лингвистика.



### Особенности организационной структуры образовательного учреждения (центра)

Особенности классической или инновационной организационной структуры определенного образовательного учреждения (учебного центра) (рис. 3) зависят непосредственно от его уровня в системе (дистанционного) образования, профиля, специализации и набора образовательных услуг, оказываемых контингенту обучаемых, что предполагает наличие систем, подсистем, подразделений и отделов, которые выполняют набор разных функций (производственных и непроизводственных задач), автоматизация которых позволяет существенно сократить и оптимизировать транзакционные и временные издержки (в пределах технологических заделов производства), которые неизбежно возникают при выполнении операций персоналом (субъектами обучения).



Рис. 3. Организационная структура образовательного учреждения (учебного центра)

Отдел аспирантуры и докторантуры – осуществляет ведение (электронных) документов аспирантов (докторантов) и соискателей как желающих получить ученые степени кандидата и доктора физико-математических, технических, экономических и прочих наук.

Информационно-аналитический центр осуществляет сбор статистических данных для анализа эффективности (продуктивности) функционирования (автоматизированной) ИОС, выявляет зависимости и проводит анализ спроса и предложения на рынке образовательных услуг.

Отдел разработки программного обеспечения – модернизирует существующую и разрабатывает новую архитектуру (сетевую) программного обеспечения, а также отлаживает программную реализацию компонентов ИОС системы АДО.

Отдел внедрения и сопровождения – обеспечивает интеграцию программной реализации компонентов ИОС системы АДО и осуществляет их сопровождение в течение жизненного цикла программного продукта, реализующего компонент ИОС.

Электронная библиотека – содержит набор различных информационных ресурсов и высоко-технологичных информационных продуктов для оказания информационных услуг.

## Современное состояние информационного рынка в сфере образования

Современное состояние ИКТ инициирует появление дополнительных требований к организационному, техническому, методическому и программному обеспечению, используемому в сфере традиционного и (автоматизированного) дистанционного образования [2, 3], содержанию учебных курсов (рабочих программ) и средствам автоматизации процессов, сопутствующих деятельности образовательных учреждений (учебных центров) разного уровня.

Подготовка и повышение квалификации обслуживающего персонала (субъектов обучения), в частности кураторов занятий, проводимых в учебных группах и компьютерных классах, требует развития навыков владения ЭВМ для эффективного использования необходимого разнородного набора программного обеспечения (ПО), которое является достаточным для поддержки образовательного процесса (на расстоянии) в автоматизированной ИОС и формирования этических норм социальных субъектов, необходимых для работы в локальных и глобальных вычислительных сетях (Интернет) адекватно уровню информационной культуры общества достигнутого в развитых странах [3].

Интенсификация роста совокупного агрегата накопленных знаний по различным предметным областям (естественные, технические, гуманитарные и прочие науки) обусловлена увеличением количества разнородных источников информации и потребностями потребителей.

Обучаемого (субъекта обучения) требуется подготовить к быстрому овладению навыками практического использования современных средств автоматизации обработки данных для изучения больших объемов информации адекватно его индивидуальным особенностям восприятия (психо-физиология восприятия и частная физиология сенсорных систем), обработки (когнитивная психология) и понимания (когнитивная и прикладная лингвистика) содержания предмета изучения в форме последовательности информационных фрагментов.

Данная проблематика накладывает определенные ограничения на организацию и технологию процесса обучения (на расстоянии) в аудитории, оборудованной средствами ИТ [1-8].

Обучение рассматривается автором и различными учеными и специалистами [1-3, 4-8] как технологический процесс управляемого формирования знаний контингента обучаемых, реализуется в автоматизированной ИОС посредством использования средств автоматизации, которые выполняют определенные функции при работе пользователей разных категорий:

- электронный учебник – отображает обучаемым содержание предмета изучения;
- диагностический модуль – реализует тестирование уровня остаточных знаний по предмету изучения и индивидуальных особенностей личности контингента обучаемых;
- лабораторный практикум – обеспечивает изучение объектов, процессов и явлений на макро- и микро-уровне, которые протекают в замкнутых и открытых системах;
- задачник – позволяет изучить подходы к решению типовых и прикладных задач;
- тренажер – обеспечивает выработку практических навыков и повышение уровня опыта и мастерства при выполнении субъектом типовой последовательности операций;
- электронная библиотека – содержит информационные ресурсы, документы и массивы информации, которые позволяют получать и углублять теоретические знания объектов изучения;
- кумулятивный пакет (кейс) – содержит набор методических материалов и информации по их использованию (различные методические инструкции), которые позволяют изучить (на расстоянии) часть предмета изучения (дисциплины).

## Инфраструктура распределенной информационно-образовательной среды

Внедрение средств автоматизации в инфраструктуру образовательных учреждений на разных уровнях системы (дистанционного) образования, в частности ВУЗов, обеспечивает повышение эффективности (продуктивности) функционирования ИОС, созданных на основе разнородных традиционных и инновационных ИТ, а также дает возможность внедрения и практического использования инновационных методов, моделей и технологий для реализации управляемого формирования знаний (рис. 4).

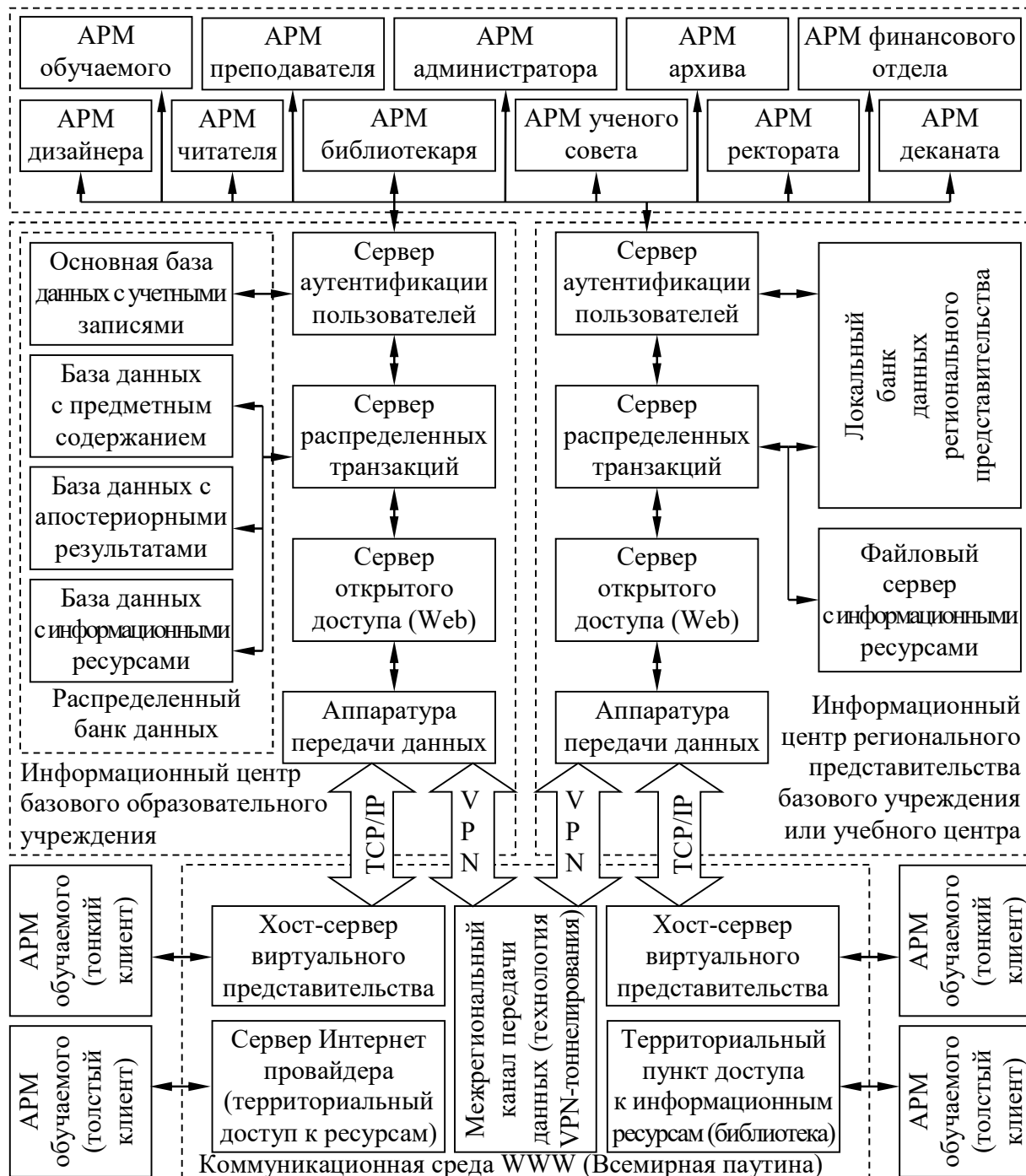


Рис. 4. Структура информационной среды образовательного учреждения

Автоматизированные рабочие места (АРМ) позволяют разным категориям пользователей получить открытый доступ к имеющимся информационным ресурсам, продуктам и услугам базового учебного учреждения, его регионального и виртуального представительства (в сети Internet).

ИОС образовательного учреждения включает множество разнородных АРМ (рис. 5).

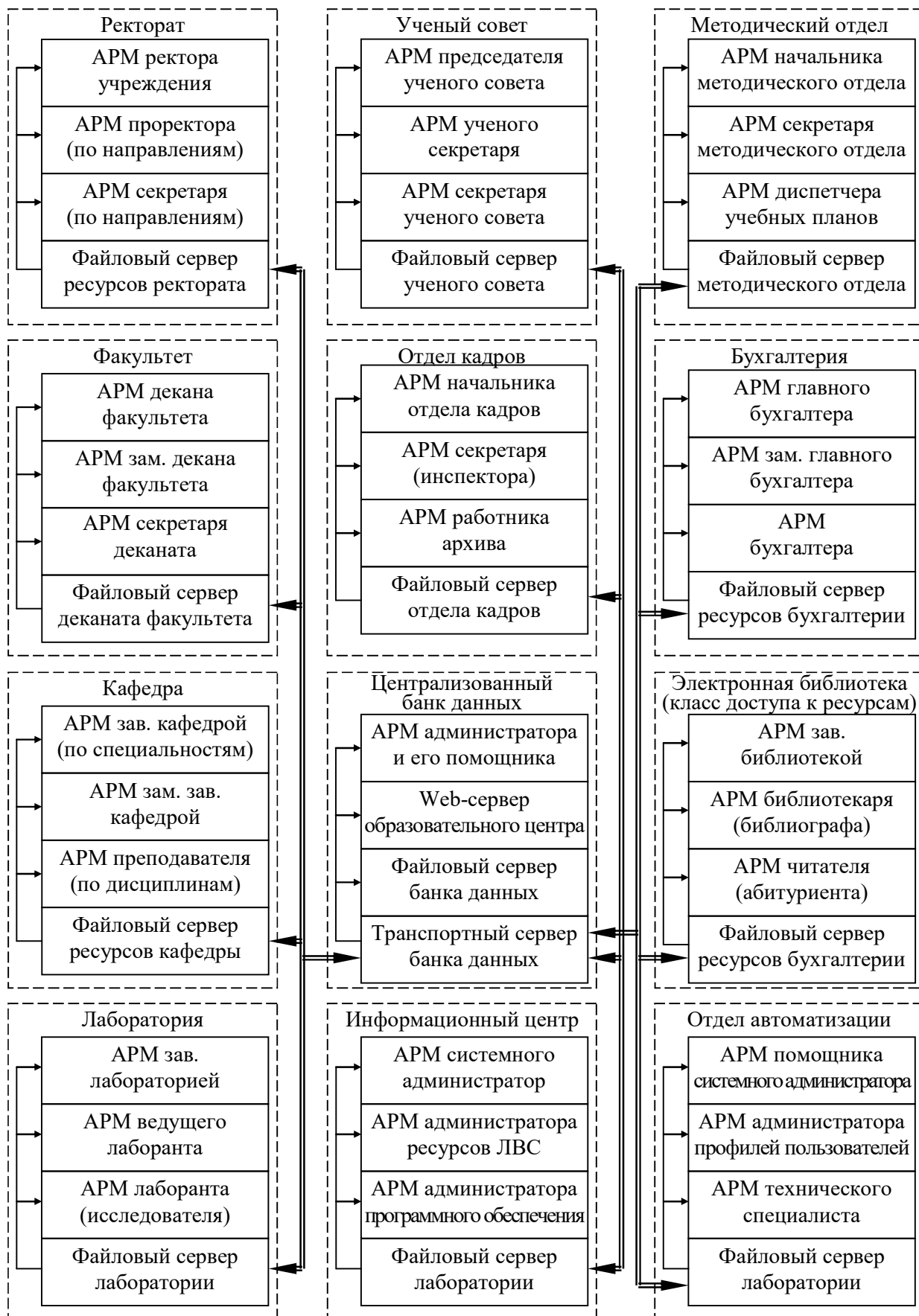


Рис.5. АРМ субъектов информационной среды образовательного учреждения

### Особенности информационной среды автоматизированного обучения (на расстоянии)

ИОС системы АДО имеет ряд существенных отличительных особенностей, которые представляют собой разнородные достоинства и недостатки, выделяемые экспертами в области качества и разными категориями потребителей услуг, предоставляемых традиционным или инновационным образовательным учреждением:

- процесс формирования знаний достигается посредством набора обучающих воздействий – автоматизированное средство обучения оперирует на основе алгоритма и генерирует информационные фрагменты, которые отражают содержание предмета;
- информационное взаимодействие субъектов реализуется посредством средств ИОС – коммуникативная ограниченность дуплексного информационного взаимодействия между субъектами и средствами частично устраняется на основе достижений ИКТ;
- необходимость технического и сервисного обслуживания системы АДО – конфигурирование и поддержка в эксплуатационном режиме аппаратного и ПО;
- существенно неоднородный контингент субъектов обучения (на расстоянии) – субъекты (дистанционного) обучения дифференцированы по возрасту, полу, профессии, предпочтительному времени, выделенному для (автоматизированного) обучения посредством использования различных компонентов системы обучения (на расстоянии);
- существенно неоднородный состав (современного) аппаратного и ПО – возникает необходимость дополнительного обучения (на расстоянии) приемам и навыкам практического использования средств ИОС системы АДО.

Использование распределенного банка данных (информационного хранилища) является оправданным в случае существенно разветвленной структуры ИОС, включающей несколько территориально распределенных образовательных учреждений и их (территориальных и региональных) (виртуальных) представительств, каждое из которых специализируется на определенном (ограниченном) наборе разнородных образовательных программ (учебных курсов) и услуг (на расстоянии), а также обеспечивает поддержку нескольких информационных ресурсов, продуктов и услуг, предназначенных для функционирования системы АДО (на расстоянии) [3, 4, 6-7].

Системы АДО реализуются на основе технологически наращиваемых порталов (рис. 6), размещенных на Web-серверах (высоко-технологичных носителях информации), позволяющих предоставить открытый доступ к информационным ресурсам, продуктам и услугам.

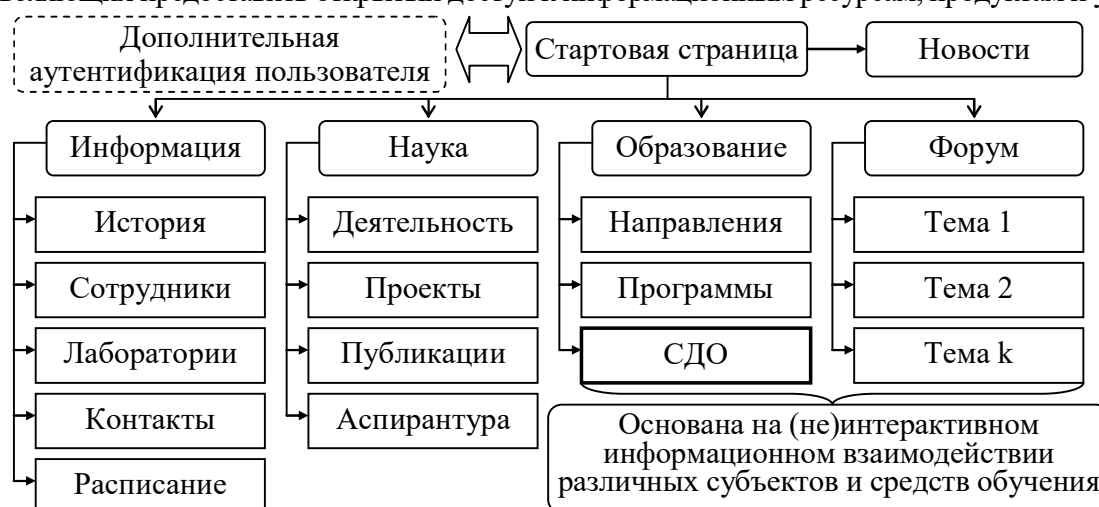


Рис. 6. Структура информационно-образовательного портала

Сервер открытого доступа обеспечивает обработку запросов внешних потребителей разнородных классических и современных информационных ресурсов, продуктов и услуг, предоставляемых определенным базовым образовательным учреждением, а также его различными виртуальными или региональными представительствами.

## **Программное обеспечение в основе систем автоматизированного обучения (на расстоянии)**

ИОС образовательного учреждения (независимо от типа) предполагает использование стандартного и специализированного ПО различного рода и назначения [3-8]:

- средства обучения – аппаратное и ПО установленное на разных АРМ и обеспечивающее выполнение всех задач и функций конечных пользователей в ходе технологического процесса (автоматизированного) обучения (на расстоянии): электронный учебник, диагностический модуль, лабораторный практикум, задачник и прочие;
- средства поддержки подразделений образовательного учреждения – ПО, реализующее автоматизацию выполнения специфических операций сотрудников ректората, ученого совета, факультетов, кафедр и лабораторий, а также обеспечивающее (электронный) документооборот (на расстоянии);
- инструментальные средства – ПО, обеспечивающее эксплуатационное, сервисное и техническое обслуживание различных АРМ пользователей, а также локальных и сетевых средств обучения (на расстоянии), входящих непосредственно в интегрированную систему АДО, а также используемое разнородным (не)квалифицированным персоналом, не имеющим специальной подготовки в области ИКТ и программирования;
- электронная библиотека – подразделение образовательного центра, обеспечивающее возможность подключения к информационным ресурсам локальных, региональных и глобальных вычислительных сетей, а также к разнородным каталогам электронных библиотек посредством каналов передачи данных (спутниковых, оптоволоконных, кабельных и прочих);
- средства администрирования компонентов ИОС системы АДО – разнородное ПО, реализующее конфигурирование программных компонентов ИОС, а также аппаратного и ПО, находящегося в основе системы АДО;
- средства мониторинга и управления процессом обучения – ПО и средства индивидуального контроля уровня остаточных знаний, которые были получены и усвоены контингентом обучаемых при работе с различными программными компонентами системы АДО;
- средства работы в телекоммуникационной среде Ethernet (Internet) – предоставление доступа к информационным ресурсам базового ВУЗа, а также его региональных и виртуальных представительств, расположенным в разных географических регионах (странах и областях).

ИОС образовательного центра предполагает использование традиционного ПО (системного, прикладного и специализированного ПО), которое обеспечивает поддержку периода исполнения ПО, используемого пользователями на разных технологических этапах цикла АДО.

Системное ПО (Рис. 5) – операционные системы (ОС) разного уровня и назначения, включающие набор программных компонентов установленных на ЭВМ, которые находятся на АРМ различных категорий конечных пользователей:

- выгружаемая и невыгружаемая части ядра – основные и расширенные программные модули, обеспечивающие обработку событий инициированных ПО и пользователем при его взаимодействия с элементами интерфейса ОС посредством манипуляторов;
- локальные и сетевые службы – разнородные программные компоненты, обеспечивающие выполнение разных функций и задач конечного пользователя под управлением определенной локальной или сетевой ОС: обновление программных компонентов различных ОС и ПО, формирование очереди и вывод информации на печать, установка и удаление ПО, установка драйверов аппаратного обеспечения, обработка непрерывно поступающих распределенных транзакций, динамическое распределение разнородных сетевых адресов, установка спецификаторов доступа к ресурсам файлового сервера, модификация локальной и сетевой политики безопасности, множественный сетевой вход в систему, быстрое переключение пользователей, удаленный помощник, теневое копирование тома (логического диска), обслуживание локальных и сетевых логических дисков реализованных посредством накопителей на гибких, жестких, оптических и электронных дисках, мониторинг производительности и активности пользователей в сети посредством кабельной, оптоволоконной, спутниковой и беспроводной технологии, WWW-сервер, диспетчер подключений удаленного доступа, защищенное хранилище, телефония, резервное копирование тома, сетевой экран и мастер сетевых подключений.

ПО для обеспечения конфигурирования программного окружения ОС, а также разные утилиты и ПО для диагностики аппаратного обеспечения ЭВМ (Рис. 5).

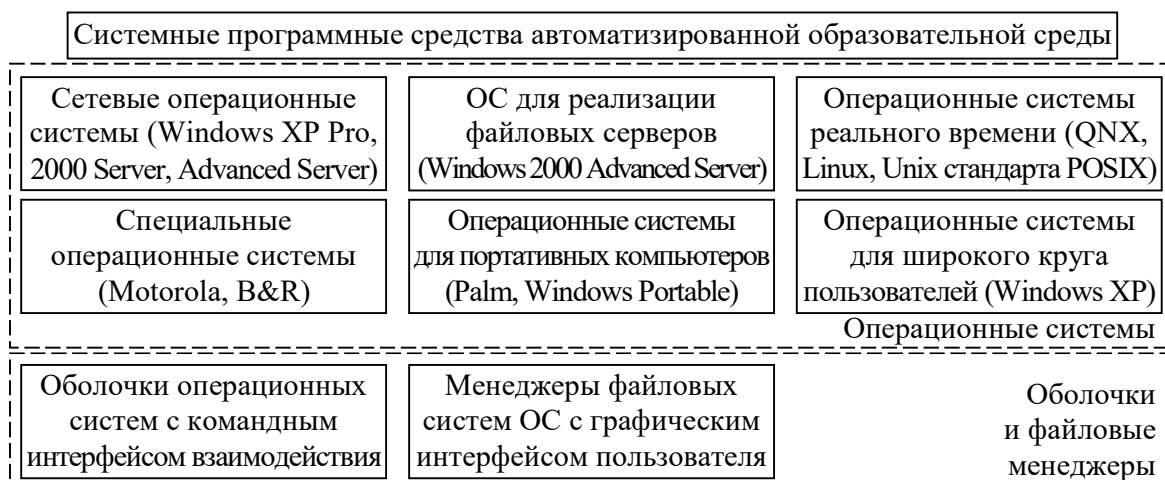


Рис. 5. Классификация системного программного обеспечения

Сетевые операционные системы (ОС) обеспечивают поддержку функционирования локально-вычислительных сетей и доступ к их информационным ресурсам: файлам, папкам, сетевому и локальному периферийному оборудованию (сетевым концентраторам, сетевым адаптерам и повторителям, принтерам, факсам, сканерам, модемам и прочим периферийным устройствам).

Специальные ОС используются для поддержки функционирования промышленных контроллеров и сетевых систем контроля доступа, используемых в локальных и распределенных системах мониторинга динамики определенных разнородных технологических процессов.

ОС для портативных компьютеров содержатся в мини-компьютерах на микросхемах энергонезависимой памяти с поддержкой многократной перезаписи, записываются производителем и обновляются пользователями соответствующих устройств.

Оболочки ОС поддерживают командный интерфейс взаимодействия с пользователем и при этом реализуют ряд функций графического интерфейса посредством использования разнородного набора кнопок, полей, окон, меню, пиктограмм и подсказок.

Менеджеры файловых систем для ОС с поддержкой графического интерфейса пользователя непосредственно позволяют работать в оконном режиме и осуществлять навигацию.



ПО в основе ИОС АДО практически не имеет существенных отличий и реализует автоматизацию процессов обработки информации, доступ к информационным ресурсам, выполнение прикладного и специального ПО для всех категорий пользователей (Рис. 6).

Для автоматизации документооборота в организации	Для автоматизации перевода текста на разных языках	Для автоматизации конструирования и аналитических расчетов
текстовые редакторы	системы перевода текста	системы проектирования
системы электронных таблиц	электронные словари	системы моделирования
системы управления БД	системы перевода Web-ресурсов	системы численных расчетов
конструкторы презентаций	переводчики для Pocket PC	системы статистического анализа
издательские системы	словари для Pocket PC	пакеты анализа данных
почтовые системы	портативные переводчики	пакеты Data mining
среды разработки Web-ресурсов		Пакеты прикладных программ
Для автоматизации процесса обработки потокового аудио и видео	Для сканирования уровня безопасности информационных систем	Для снижения уровня вирусной опасности информационных систем
аудио- и видео-редакторы	сканеры уровня безопасности	комплексные системы безопасности
среды для создания анимации	сетевые сканеры безопасности	сетевые экраны (мониторы)
графические редакторы	средства борьбы со спамом	ПО для крипто-кодирования
Прикладные среды обработки и защиты информации		антивирусные программы
Пакет сервисных программ предназначенные для диагностики ПО	Пакеты утилит для конфигурирования и обслуживания ОС	Интегрированные среды разработки и отладки ПО, а также создания банков данных
системы комплексной защиты, диагностики и обслуживания компьютера (ЭВМ)	программы сканирования оптических дисков для лазерных накопителей	средства разработки архитектур и систем управления базами данных
пакеты программ для обл. файловой системы и восстановления данных	программы для оптимизации иерархической структуры и редактирования реестра	интегрированные среды программирования на языках высокого уровня
процедура восстановления поврежденного программного обеспечения и данных	программы диагностики аппаратного обеспечения ЭВМ	отладчики, компиляторы, интерпретаторы компьютерных программ
процедура резервного копирования данных	программы разметки накопителей на жестких магнитных и электронных дисках	средства разработки информационных хранилищ и файл-серверов
средства дефрагментации файловой системы	мультимедиа драйверы	
архиваторы	конфигураторы расширенных функций ОС	Пакеты для разработки ПО и создания инфологических схем реляционных баз данных
Пакеты сервисных программ и утилит		

Рис. 6. Классификация программного обеспечения прикладного назначения

Информационный рынок и информационная индустрия в РФ находятся на этапе становления, поэтому разнородное ПО представлено в основном зарубежными производителями [7].

## Субъекты среды автоматизированного обучения и источники информации

Субъекты ИОС системы АДО (Рис. 7) выступают в роли внутренних и внешних источников информации и потребителей информации разного типа и назначения, занимают определенное положение в организационной структуре образовательного учреждения и выполняют набор должностных обязанностей посредством АРМ и набора ПО [3, 5, 7, 8].



Рис. 7. Классификация субъектов информационно-образовательной среды автоматизированного (дистанционного) обучения

## Заключение

Несмотря на комплекс проблем, возникающих в ходе информатизации информационных сред образовательных учреждений и территориально распределенных центров обучения, а также принимая во внимание регламентированные формы образовательной деятельности и особенности организации процесса обучения (на расстоянии) в РФ (очная, очно-заочная, заочная и дистанционная), допустимо в качестве резюме выделить ряд важных выводов:

- приобретает особую актуальность внедрение различных подходов, методов и технологий АДО, которые позволяют обеспечить учет требований государственных органов и широкого круга дифференцированных потребителей образовательных услуг [6];
- повышаются темпы научно-технического прогресса и уровень развития ИКТ, расширяется номенклатура средств автоматизации для разных прикладных областей;
- расширяется набор аппаратного, программного и алгоритмического обеспечения, которое обеспечивает автоматизацию разнородных функций и операций, сопутствующих образовательной и научной деятельности, появляются новые направления и возможности использования ИКТ для повышения эффективности формирования знаний контингента обучаемых [7];
- обеспечивается возможность создания распределенных ИОС включающих несколько образовательных (научных) учреждений, которые совместно функционируют на рынке образовательных услуг, повышают уровень культуры и осведомленности населения;
- появляется техническая возможность интенсификации всех заделов (этапов) технологического процесса обучения (на расстоянии) в автоматизированной ИОС и повышения эффективности (результативности) процесса формирования знаний контингента обучаемых посредством внедрения и использования различных программных компонентов системы АДО [7, 8];
- выделяется разнородное системное, прикладное и сервисное ПО, включая утилиты, средства мониторинга и обслуживания информационных систем, используемых в образовании (науке);
- достигается возможность реализации индивидуально-ориентированных сред [8].

## Список литературы

1. **Ершов А.П.** Концепция использования средств вычислительной техники в сфере образования. – Новосибирск: Препринт «ВЦ СО РАН», «АН СССР», 1990. – 58 с.
2. **Догмачев В.Г.** Инновации в условиях развития информационно-коммуникационных технологий. – М.: «МИЭМ», 2006. – 195 с.
3. **Моисеев В.Б.** Элементы информационно-образовательной среды высшего учебного заведения. – Ульяновск: «УлГТУ», 2002. – 152 с.
4. **Скибицкий Э.Г.** Теоретические основы дистанционного обучения. – Новосибирск: Изд-во «НГПУ», 2002. – 133 с.
5. **Солдаткин В.И.** ДО технологии: Информационный аспект. – М.: «НИИВО», 1998. – 104 с.
6. **Ветров А.Н.** Факторы успеха в образовательной деятельности современного ВУЗа: Тенденции развития информационной среды дистанционного образования / А.Н. Ветров, Н.А. Ветров; коллективная монография под ред. члена-корр. «Международной академии наук ВШ» И.Н. Захарова. – СПб: Изд-во «МБИ», 2004. – С. 54 - 65 (148 с.).
7. **Ветров А.Н.** Особенности развития теории информации и информационных технологий на пороге XXI века: Монография / А.Н. Ветров. – М.: Деп. в «РАО», – 2007. – 141 с.
8. **Ветров А.Н.** Среда автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей: Монография / А.Н. Ветров. – М.: Деп. в «РАО», – 2007. – 256 с.

## THE REALIZATION FEATURES OF INFORMATION-EDUCATIONAL ENVIRONMENTS OF AUTOMATED (DISTANCE) TRAINING

**A.N. Vetrov, assistant of subfaculty “Automatics and control processes” of “The Saint-Petersburg state electrotechnical university "LETI”**

*The analysis of the features of distributed information environment of the educational centres of region and area as integrated set of organizational, hardware, software, technical and methodical support oriented to realization of the automated training (at distance) by means of achievements in the field of new information and communication technologies is studied*

Keywords: information-educational environment, information technologies, educational establishment (centre), (distance) training (education), automated (distance) training system, software

УДК 004.67(85)+519.688

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

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

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

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

**Введение и постановка научной задачи**

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

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

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

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

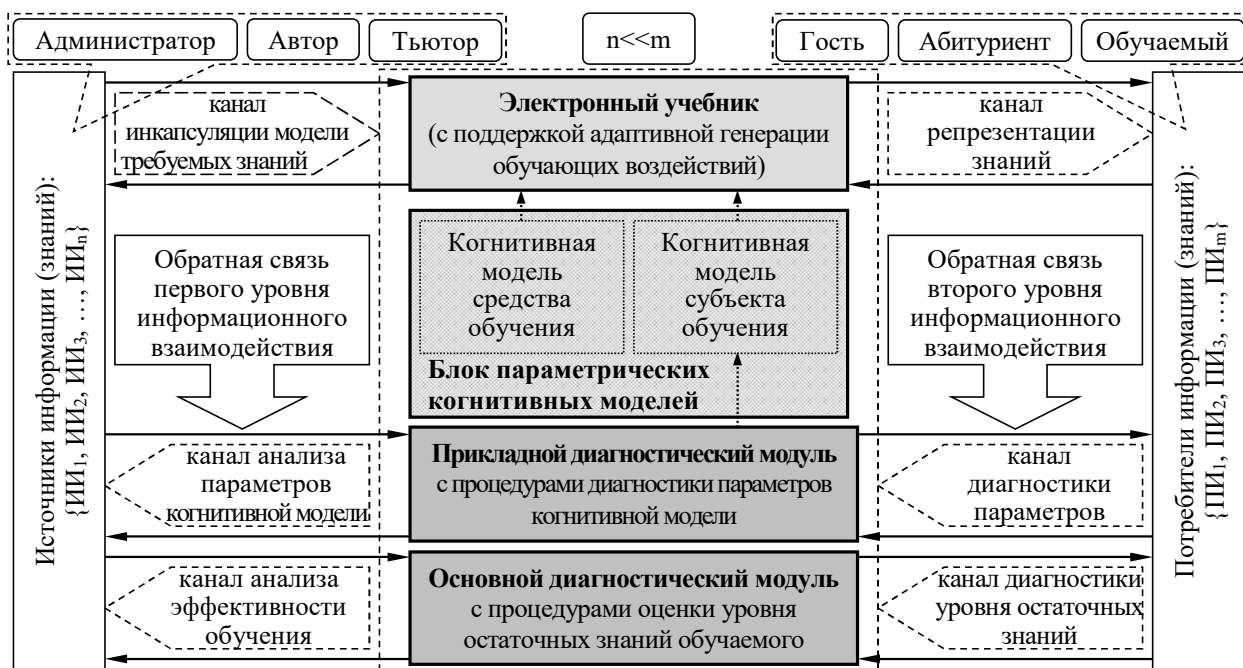


Рис. 1. Структура системы автоматизированного (дистанционного) обучения со свойствами адаптации на основе параметрических когнитивных моделей

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

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

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

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

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

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



## Структура цикла формирования знаний контингента обучаемых в адаптивной среде

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



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

## Особенности функционирования адаптивного электронного учебника

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

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

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

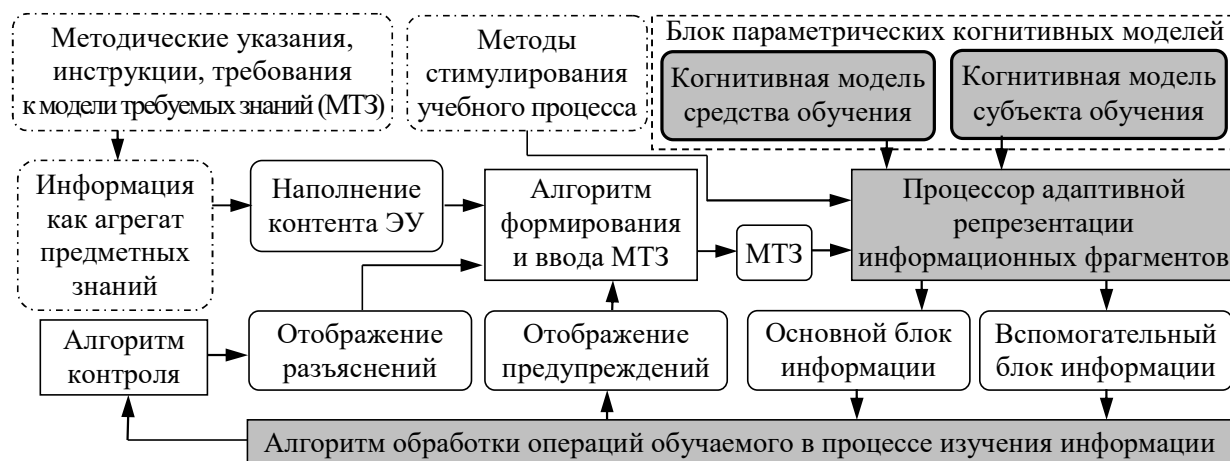


Рис. 3. Схема, отражающая принцип функционирования адаптивного электронного учебника

### **Семантическая модель сохранения и извлечения информационных фрагментов**

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

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

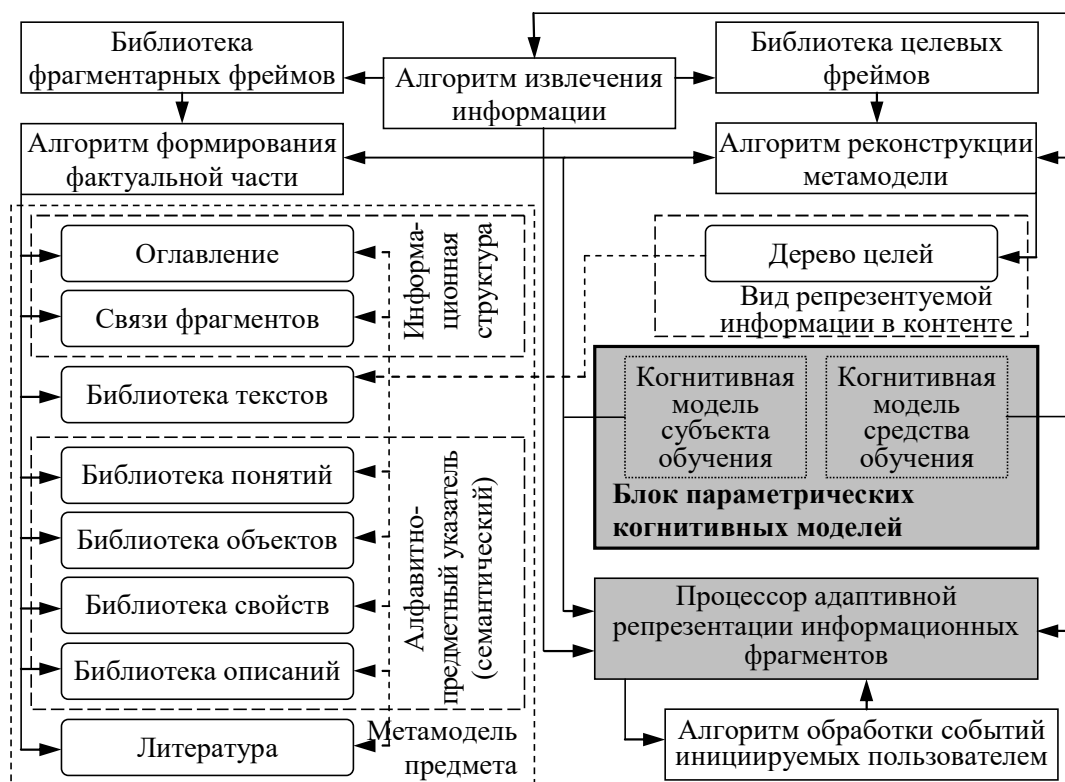


Рис. 4. Семантическая модель предмета изучения в основе электронного учебника

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

### Процессор адаптивной репрезентации информационных фрагментов

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

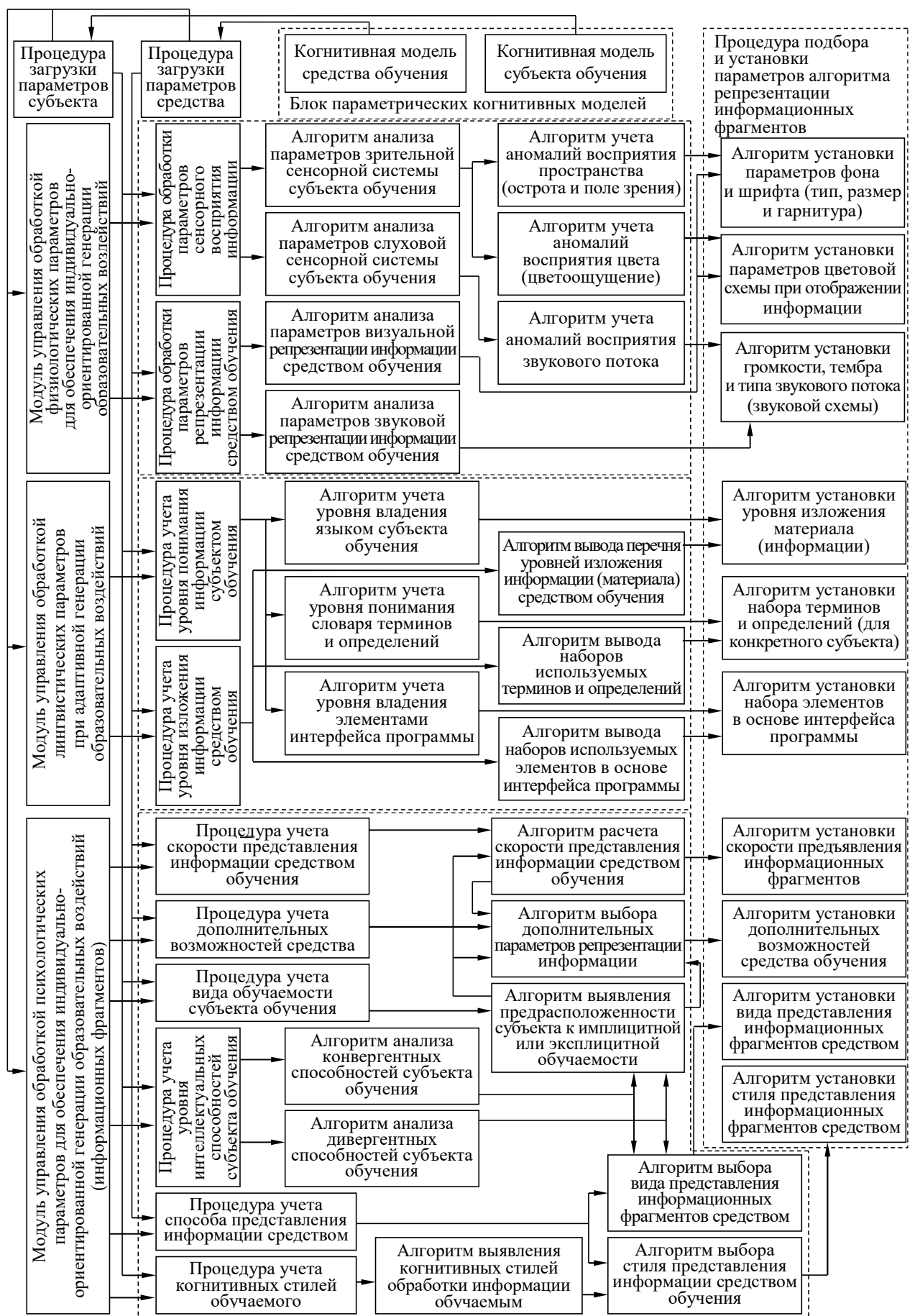


Рис. 5. Структура процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов

## **Подбор оптимального сочетания значений параметров отображения информации**

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

Структура модуля управления процессом обработки физиологических параметров КМ:

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

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

Структура модуля управления процессом обработки лингвистических параметров КМ:

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

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

Структура модуля управления процессом обработки психологических параметров КМ:

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

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

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

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

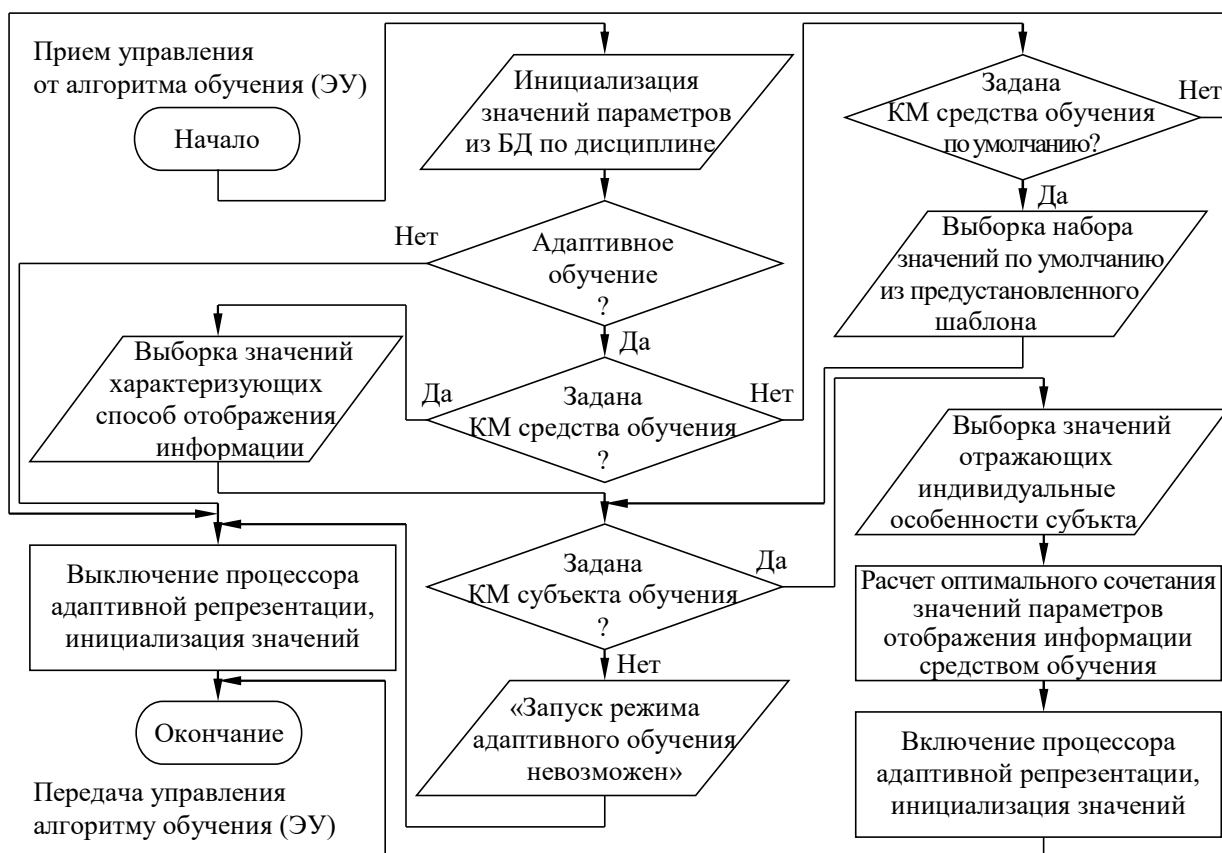


Рис. 6. Алгоритм первичной инициализации значений при выборе режима функционирования электронного учебника



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

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

## **Особенности модификации контента адаптивного электронного учебника**

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

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

## Программная реализация адаптивного электронного учебника

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

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

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

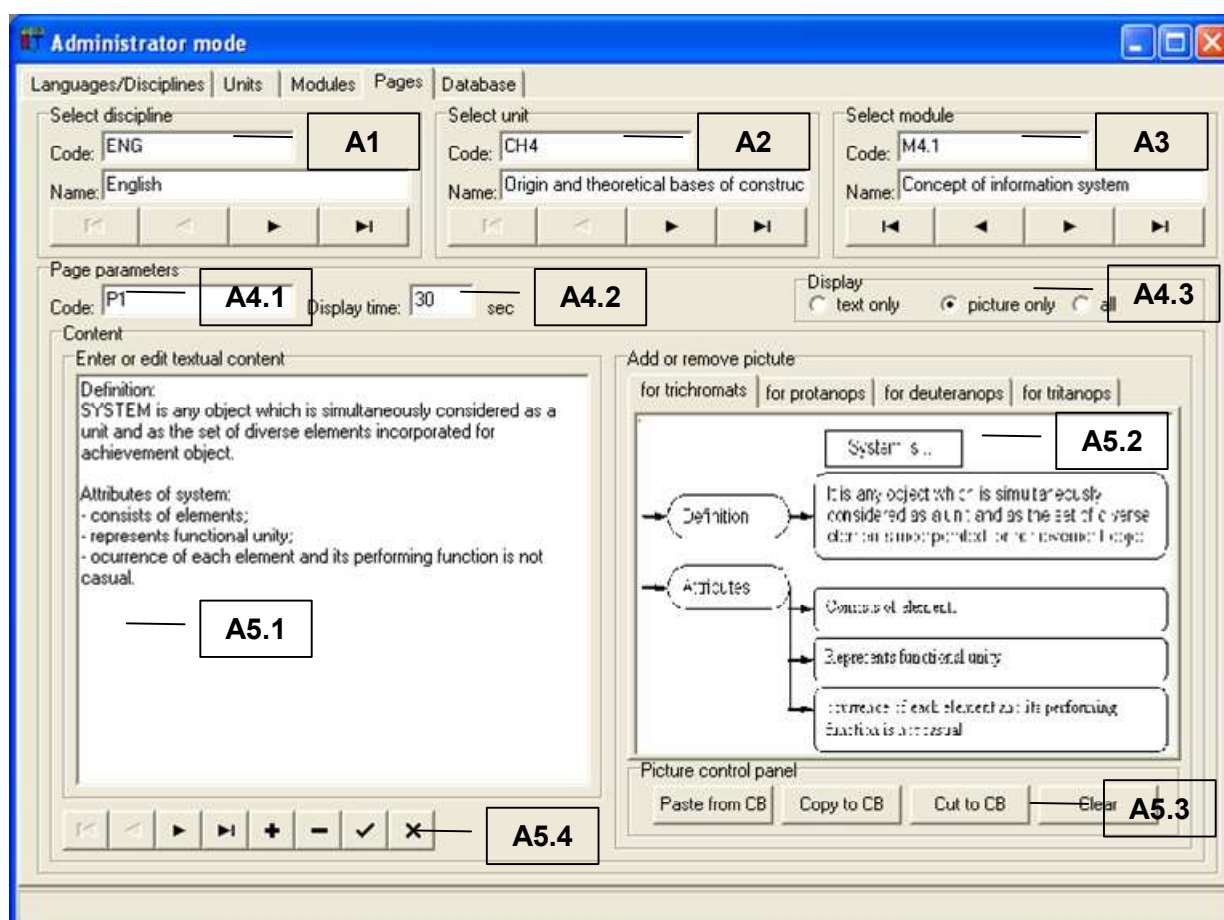


Рис. 7. Интерфейсная форма адаптивного средства обучения

в режиме администрирования параметров страницы

Для конфигурирования параметров отображения информации в ЭУ используются:

- вкладка «Languages/Disciplines» позволяет отредактировать перечень идентификаторов и наименований языков изложения материала, описаний каждой из дисциплин, установить (проверить) номинальные значения параметров КМ средства обучения определяющих набор возможных способов отображения информационных фрагментов;
- вкладка «Units» позволяет модифицировать идентификатор, наименование и описание перечня разделов входящих в информационную структуру предмета изучения;
- вкладка «Modules» реализует возможность ввода и редактирования перечня модулей, входящих в определенный (выбранный пользователем) раздел предмета изучения;
- вкладка «Pages» позволяет выбрать дисциплину из ранее введенного перечня (область A1), раздел дисциплины (область A2), модуль (параграф) в разделе (область A3), а затем сформировать набор страниц в каждом модуле и модифицировать их параметры: код страницы (поле A4.1), период отображения страницы по умолчанию (поле A4.2), тип отображаемой информации (поле A4.3), текстологическое содержание страницы (поле A5.1) и графическое изображение для трихроматов, протанопов, дейтеранопов и тританопов (индикатор A5.2) посредством панели управления графическими изображениями (A5.3), панель навигации (A5.4) непосредственно обеспечивает переход на первую, предыдущую, следующую и последнюю страницу в модуле, реализует добавление, удаление, сохранение и отмену изменений в элементах (A4-A5).

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

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

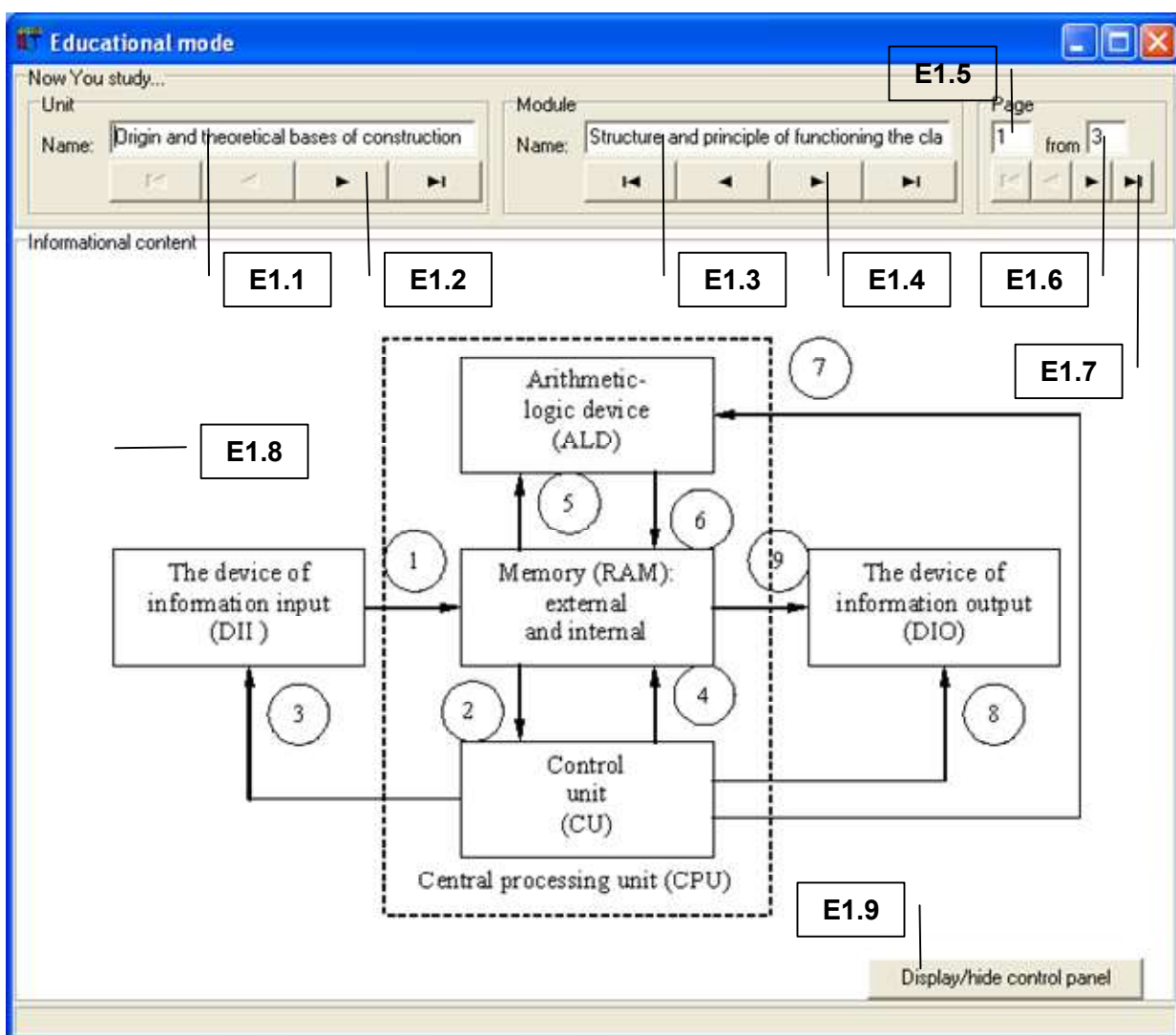


Рис. 8. Интерфейсная форма электронного учебника в режиме адаптивного обучения при отображении информационных фрагментов в виде плоской схемы

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

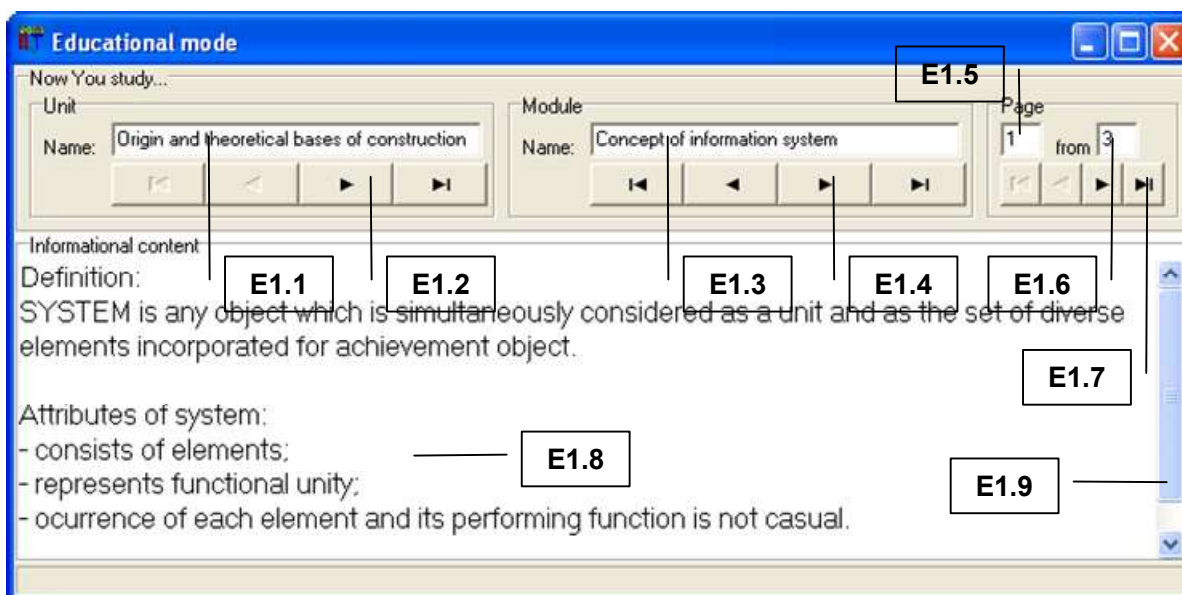


Рис. 9. Интерфейсная форма электронного учебника в режиме адаптивного обучения при отображении информационных фрагментов в виде текста

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

Процедура обучения контингента обучаемых посредством адаптивного ЭУ включает:

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

## Закключение, результаты статистической обработки апостериорных данных и выводы

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

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

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

Таблица 1

### Результаты предварительного статистического анализа результативности обучения

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

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

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

Таблица 2

**Номинальные значения исходных  $\beta$  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

**Номинальные значения исходных  $\beta$  и стандартизованных коэффициентов  $\beta'$   
(продолжение)**

Показатель (предиктор)	$K_{20}$	$K_{21}$	$K_{22}$	$K_{23}$	$K_{24}$	$K_{25}$	$K_{27}$	$K_{28}$	$K_{29}$	$K_{45}$
Значение исходного $\beta$ - 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

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

Тогда линейное уравнение множественной регрессии принимает вид:  

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



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

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

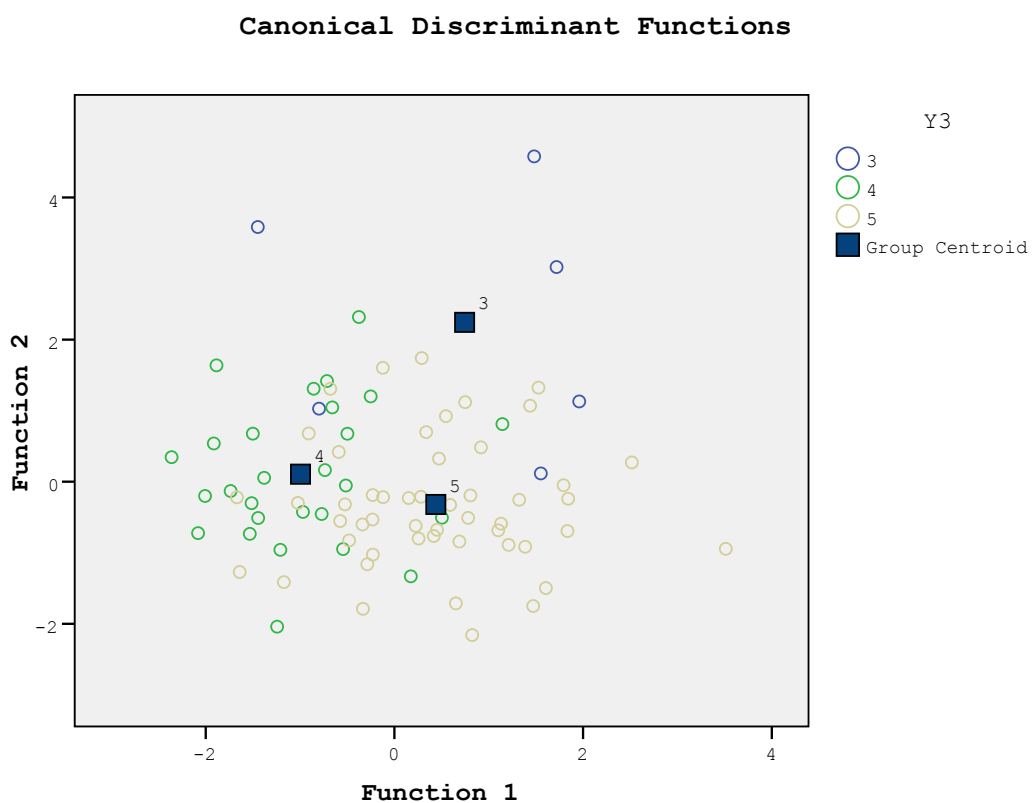


Рис. 10. Положение центроидов классов «отличников», «хорошистов» и «троечников» в пространстве двух канонических дискриминантных функций

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

## Литература

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

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

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

*The electronic textbook functioning by means of developed adaptive representation of information fragments processor and acts as innovative component of created by author the automated (distance) training system with properties of adaptation based on parametrical cognitive models*

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

© Ветров Анатолий Николаевич, 2008 г.  
Средства автоматизации системного анализа  
информационно-образовательной среды  
на основе технологии когнитивного моделирования  
Сборник научных статей

Редактор

Переводчик

---

Подписано в печать 31.12.08 г. Формат 60×84 1/16.  
Бумага офсетная. Печать офсетная. 0,56 печ. л.  
Гарнитура “Times New Roman”. Тираж \_\_\_\_ экз. Заказ 000.

---

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