

«Министерство образования и науки РФ»

---

«Санкт-Петербургский государственный университет»

---

На правах рукописи

**Ветров Анатолий Николаевич**

**Среда автоматизированного обучения со свойствами  
адаптации на основе когнитивных моделей**

**Монография**

Специальность 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации» (технические науки)

на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

РФ, г. Санкт-Петербург –  
2005 г., 2007 г., 2018 г.

УДК 681.513.66+004.81  
ББК  
В-39

Научный руководитель –  
профессор кафедры «Информационных систем»  
«Санкт-Петербургского государственного университета»,  
член «Американского математического общества»,  
доктор физико-математических наук, профессор  
Квитко Александр Николаевич.

Рецензенты:

начальник кафедры «Систем и средств автоматизации управления»  
«Военно-морского института радиоэлектроники им. А.С. Попова»,  
доктор технических наук, доцент, капитан 1<sup>го</sup> ранга Филиппов П.В.;  
старший помощник начальника «Научно-исследовательского и редакционного отдела»  
«Военно-морского института радиоэлектроники им. А.С. Попова»,  
кандидат технических наук, доцент, капитан 2<sup>го</sup> ранга Кусов Е.В.

В-39 Ветров А.Н. Среда автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей: Аттестационная работа (монография) (технические науки) (спец. 05.13.01, 05.13.10, 19.00.02) / А.Н. Ветров; «С.-Петербургск.гос.ун-т». – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2005, М.: «РАО», 2007, СПб: «СПбГУ», 2018. – 272 с.: ил. – Библиогр. 111(116) назв. – Рус. – Деп. во «"ВИНИТИ" "РАН"».

В монографии отражена проблематика, актуальность и теоретические основы создания информационно-образовательных сред и эксплуатации систем автоматизированного обучения на расстоянии, содержащих адаптивные интеллектуальные средства обучения нового поколения, выявлены факторы, существенно влияющие на повышение эффективности формирования знаний контингента обучаемых.

Предметом исследования выступает структура системы автоматизированного (дистанционного) обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей, а также принципы и алгоритмы функционирования ее компонентов.

Представлены модификации в организации и технологии автоматизированного обучения для создания контура адаптации на основе блока параметрических когнитивных моделей, который позволяет реализовать индивидуально-ориентированное формирование знаний контингента обучаемых с учетом уровня их остаточных знаний и физиологических, психологических и лингвистических особенностей.

Создана технология когнитивного моделирования, включающая методику ее использования, способы (модели) представления структуры когнитивной модели, алгоритм формирования когнитивной модели, методики исследования параметров когнитивных моделей и алгоритм обработки апостериорных данных тестирования.

Сформированы структуры когнитивных моделей субъекта обучения и средства обучения, находящиеся в основе блока параметрических когнитивных моделей.

Разработан комплекс программ для автоматизации задач исследования, который включает адаптивный электронный учебник и диагностические модули.

Предназначена для ученых и сотрудников НИИ, преподавателей технических ВУЗов и студентов специальностей: 071900 – «Информационные системы в технике и технологиях», 210100 – «Управление и информатика в технических системах».

на правах монографии

© Ветров А.Н. («СПбГЭТУ "ЛЭТИ"»), 2005 г.

© Ветров А.Н. («РАО»), 2007 г.

© Ветров А.Н. («СПбГУ»), 2018 г.

## Содержание

Перечень определений.....	6
Перечень сокращений и условных обозначений .....	7
Введение .....	8
1. Состояние проблемы создания адаптивных интеллектуальных сред обучения .	9
1.1. Актуальность создания адаптивных интеллектуальных средств и сред автоматизированного обучения .....	10
1.2. Анализ состояния проблемы и существующие противоречия .	11
1.3. Степень разработанности проблемы создания адаптивных интеллектуальных технологий и средств обучения .....	15
1.4. Цель и задачи создания адаптивной информационно-образовательной среды системы автоматизированного обучения на основе когнитивных моделей	18
1.5. Этапы создания и анализа среды автоматизированного обучения на основе когнитивных моделей .....	20
1.6. Перечень полученных научных результатов.....	26
2. Анализ информационных технологий и теоретические основы создания информационно-образовательных сред и автоматизированных средств обучения ..	30
2.1. Современные стандарты в области качества информационно-образовательной среды..	31
2.2. Приоритетные аспекты и направления информатизации .....	33
2.3. Основные принципы автоматизированного обучения.....	34
2.4. Этапы развития автоматизированных средств и сред обучения .	37
2.5. Особенности организации информационно-образовательной среды автоматизированного обучения на расстоянии.....	38
2.5.1. Отличительные особенности информационно-образовательной среды системы автоматизированного обучения.....	41
2.5.2. Субъекты информационно-образовательной среды автоматизированного обучения .....	48
2.5.3. Компоненты, средства и технологии в основе информационно-образовательной среды автоматизированного обучения.....	52
2.5.4. Модели и технологии организации взаимодействия субъектов и автоматизированных средств обучения .....	59
2.6. Характеристика возможностей систем автоматизированного обучения .	60
2.7. Основные параметры оценки современных средств обучения и развитие их функциональных возможностей .....	61
2.8. Особенности информационного взаимодействия субъектов и средств обучения в автоматизированной образовательной среде.....	66
2.9. Факторы влияющие на эффективность формирования знаний обучаемых в автоматизированной образовательной среде .	70
2.10. Влияние компонентов системы автоматизированного обучения на здоровье потребителей.....	71

3. Среда автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей .....	74
3.1. Сущность подхода к комплексному решению проблемы и постановка задач исследования .....	75
3.2. Модификации в организации информационно-образовательной среды для реализации учета индивидуальных особенностей контингента обучаемых..	77
3.3. Модификации в технологии автоматизированного обучения для реализации контура адаптации на основе когнитивных моделей.	78
3.4. Структура среды автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей .....	79
3.4.1. Назначение и функции адаптивного электронного учебника...	81
3.4.2. Назначение и функции основного диагностического модуля ..	84
3.4.3. Назначение и функции прикладного диагностического модуля...	86
3.4.4. Назначение и состав блока параметрических когнитивных моделей...	87
3.5. Обработка и извлечение информации, структурирование данных и представление знаний для наполнения электронного учебника.	88
3.5.1. Классификация источников информации .....	92
3.5.2. Методы получения знаний по предметной области .....	94
3.5.3. Основные модели представления знаний .....	97
3.5.4. Информационная структура электронного учебника .....	98
3.5.5. Последовательность наполнения структурированной информацией контента электронного учебника .....	100
3.5.6. Особенности архитектуры адаптивного электронного учебника .....	103
3.5.7. Семантическая модель представления, сохранения и извлечения информации .....	105
3.6. Формальное описание адаптивной информационно-образовательной среды на основе теории управления.	108
3.6.1. Виды алгоритмов функционирования основных компонентов системы автоматизированного обучения .....	111
3.6.2. Особенности реализации адаптации в автоматизированной образовательной среде .....	116
3.6.3. Специфика алгоритма обучения с моделью обучаемого...	121
3.6.4. Оценка параметров (когнитивной) модели .....	125

4. Технология когнитивного моделирования для системного анализа и н ф о р м а ц и о н н о - о б р а з о в а т е л ь н о й с р е д ы ..	130
4.1. Итеративный цикл технологии когнитивного моделирования .	131
4.2. Методика использования технологии когнитивного моделирования..	133
4.3. Способы представления структуры когнитивной модели .....	136
4.4. Алгоритм формирования структуры когнитивной модели .....	138
4.5. Методика исследования параметров когнитивной модели субъекта обучения .	145
4.6. Методика исследования параметров когнитивной модели средства обучения .	147
4.7. Алгоритм анализа апостериорных результатов тестирования..	150
5. Блок параметрических когнитивных моделей для анализа и повышения эффективности функционирования автоматизированной образовательной среды.....	154
5.1. Структура когнитивной модели субъекта обучения .....	159
5.2. Структура когнитивной модели средства обучения .....	168
6. Комплекс программно-обеспечения для автоматизации задач исследования .....	173
6.1. Комплекс программ для автоматизации задач исследования .	175
6.2. Адаптивный электронный учебник .....	178
6.3. Основной диагностический модуль .....	188
6.4. Прикладной диагностический модуль .....	194
7. Статистическое обоснование практического использования полученных результатов .....	206
7.1. Факторы влияющие на эффективность формирования знаний обучаемого в автоматизированной образовательной среде .....	208
7.2. Особенности организации и план проведения эксперимента .	210
7.3. Особенности исследования параметров физиологического портрета когнитивных моделей субъекта и средства обучения .....	213
7.4. Особенности исследования параметров психологического портрета когнитивных моделей субъекта и средства обучения .....	221
7.5. Особенности исследования параметров лингвистического портрета когнитивных моделей субъекта и средства обучения .....	233
7.6. Специфика предварительной обработки апостериорных результатов диагностики..	240
7.7. Особенности выбора методов статистического анализа сформированных выборок .	242
7.8. Анализ динамики результативности обучения за несколько лет..	243
7.9. Результаты регрессионного анализа .....	248
7.10. Результаты дискриминантного анализа .....	250
Заключение .....	252
Библиографический аппарат .....	253

## Перечень определений

**Дистанционное образование** – комплекс образовательных услуг, предоставляемых дифференцированному контингенту потребителей в стране и за рубежом посредством специализированной информационно-образовательной среды, базирующейся на информационных и коммуникационных технологиях обмена учебной информацией на расстоянии (спутниковых, радио и кабельных сетях передачи данных), обеспечивающих открытый доступ к образовательным ресурсам различного вида и назначения.

**Автоматизированное (дистанционное) обучение** – управляемый процесс формирования знаний контингента обучаемых посредством использования набора аппаратных и программных средств информационно-образовательной среды реализующих интерактивный удаленный диалог преподавателей и обучаемых расположенных на специально оборудованных автоматизированных рабочих местах с определенным информационным центром образовательного учреждения согласно индивидуальному графику обучения (на расстоянии), позволяющему контролировать результаты самостоятельной работы, изменять режим обучения согласно индивидуальным особенностям субъектов обучения.

**Адаптивное средство обучения (электронный учебник)** – автоматизированное рабочее место, оборудованное набором аппаратного и программного обеспечения позволяющего обеспечить представление совокупности информационных фрагментов по конкретной дисциплине на основе набора моделей, алгоритмов и стратегий обучения в удобной форме контингенту обучаемых с учетом их уровня остаточных знаний и индивидуальных особенностей (физиологических, психологических, лингвистических и прочих).

**Информационный фрагмент** – порция информации представляемая различными способами в пределах отображаемой экранной страницы, отражающая и передающая смысловое содержание части, раздела, главы, параграфа, модуля или блока информации по предметной области, декомпозиция которой нецелесообразна или невозможна.

**Когнитивная модель** – (ре)конструируемый в ширину и глубину репертуар параметров, эшелонированный на совокупность портретов (согласно количеству выбранных определенных научных аспектов) и стратифицированный на ряд разнородных математических множеств (множества видов свойств и свойств, множества векторов параметров и параметров).

**Основной диагностический модуль** – автоматизированное рабочее место, оборудованное набором аппаратного и программного обеспечения позволяющего реализовать автоматизированное тестирование уровня остаточных знаний контингента обучаемых посредством набора вопрос-ответных структур (тестов) содержащихся в базе данных и предъявляемых для последующего решения.

**Прикладной диагностический модуль** – автоматизированное рабочее место, оборудованное набором аппаратного и программного обеспечения позволяющего обеспечить автоматизированную диагностику индивидуальных особенностей (характеристик) личности субъекта обучения посредством набора специальных методик.

## Перечень сокращений и условных обозначений

АОС	–	автоматизированная обучающая система (среда)
АДО	–	автоматизированное (дистанционное) обучение
АРМ	–	автоматизированное рабочее место
БД(З)	–	база данных (знаний)
БПКМ	–	блок параметрических когнитивных моделей
ГОСТ	–	государственный стандарт
ДЗ	–	дополнительное задание
ДМ	–	диагностический модуль
ДО	–	дистанционное образование (обучение на расстоянии)
ИТ и ИКТ	–	информационные и коммуникационные технологии
ИОЛСО	–	индивидуальные особенности личности (способности) субъектов обучения (обучаемый и тьютор)
ИОС	–	информационно-образовательная среда
ИЦ	–	информационный центр
КК	–	компьютеризированный курс
КМ	–	когнитивная модель
КР	–	курсовая работа
ЛВС	–	локальная вычислительная сеть
МАДОП	–	модель адаптивной обучающей программы
МДО	–	модель дистанционного обучения
МТЗ	–	модель требуемых знаний
ОИ(В)	–	обучающая информация (воздействие)
ОО	–	открытое обучение (образование)
ОУч	–	образовательное учреждение
ПО	–	программное обеспечение
ПР	–	проверочная работа
ПЭВМ(ПК)	–	персональная электронная вычислительная машина (компьютер)
РК	–	рубежный (промежуточный) контроль
СР	–	самостоятельная работа
ТКМ	–	технология когнитивного моделирования
ТСМ	–	теоретико-справочный модуль
УМК(П)	–	учебно-методический комплекс (пособие)
УМО	–	учебно-методический отдел
УОЗО	–	уровень остаточных знаний обучаемых
ЭЗК	–	электронная зачетная книжка
ЭУ	–	электронный учебник
“The IEEE”	–	“The institute of electrical and electronics engineers leaning technology task force” («Институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике» и «Комиссия в области образовательных технологий»)
IPX/SPX	–	“Intranet” Packet Exchange / Sequence Packet Exchange (протокол для межсетевых обмена пакетами данных)
TCP/IP	–	Transmission Control Protocol / “Internet” Protocol (протокол передачи данных для сетей “Intranet” / “Internet”)
“TheWWW”	–	“The World Wide Web” («Всемирная паутина», «Интернет»)

## Введение

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

В ИОС ОУч различного уровня системы образования используются традиционные и компьютерные технологии обучения, при этом они оперируют в рамках различных допустимых форм организации образовательного процесса: очная – с отрывом от основной деятельности в аудиториях базового учебного заведения или его представительств, заочная – без отрыва от основного вида проф. деятельности с разделением во времени, очно-заочная – сочетает обе формы и часто используется для повышения квалификации дипломированных специалистов.

Информатизация учреждений системы образования выступает сложной научной проблемой инициирующей рассмотрение широкого круга научных областей, а также создание инновационных подходов, методов, технологий и алгоритмов при реализации средств автоматизации в основе ИОС, которые обеспечивают возможность анализа и повышения эффективности функционирования систем АДО.

Выделяют большое количество узловых аспектов информатизации ОУч: политический, социальный, региональный, организационный, технический, программный, внедренческий, технологический, педагогический, эргономический, физиологический, психологический, лингвистический, экономический и прочие.

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

Многие специалисты в области теории информации и искусственного интеллекта актуализируют разработку адаптивных и интеллектуальных средств и сред обучения, позволяющих существенно повысить уровень качества (пере)подготовки специалистов по широкому набору специальностей посредством учета ИОЛСО, а также апробировать инновационные модели и алгоритмы в основе ИОС системы АДО.

# **1. Состояние проблемы создания адаптивных интеллектуальных сред обучения**

Глобализация информационной среды влияет на динамически изменяющиеся предпочтения потребителей образовательных услуг, требования и стандарты со стороны государства, которые необходимо учитывать при разработке инфраструктуры ИОС учреждений системы образования и реализации компонентов систем АДО.

ИОС современного ОУч разрабатывается на основе традиционных и ИТ, исходя из необходимости осуществления допустимых форм ведения образовательной деятельности: очная, очно-заочная и заочная (дистанционная).

Дистанционная форма обучения представляет наибольший интерес для стран и регионов с неравномерным распределением научных и образовательных центров.

Актуальной задачей выступает информатизация ИОС и обеспечение функционирования АДО, что позволяет перейти от традиционных методов и технологий к ИКТ, но инициирует необходимость модернизации существующего организационного, методического, технического и прочих видов обеспечения.

Под информатизацией понимают организационный социально-экономический и научно-технический процесс создания оптимальных условий для удовлетворения информационных потребностей профессионально дифференцированных социальных субъектов и различных организаций (физических и юридических лиц и государства) в определенных предметных областях посредством внедрения средств автоматизации повышающих эффективность создания, распределения и использования информационных ресурсов, работ и услуг, востребованных на информационном рынке.

Процесс информатизации учреждений системы образования направлен на повышение уровня организации ИОС и эффективности функционирования всех ее компонентов за счет внедрения и практического использования инновационных достижений в области ИКТ позволяющих автоматизировать различные технологические операции, сопутствующие процессу обучения и снизить временные и транзакционные издержки, возникающие в ходе образовательного процесса.

Информатизация информационных сред ОУч инициирует внедрение средств автоматизации, а также создание и модификацию различных видов обеспечения:

- организационного – создание инфраструктуры ИОС, выделение ключевых направлений и политики внедрения современных средств автоматизации: цели, задачи и направления информатизации ОУч или центра;
- технического – разработка аппаратного, программного и алгоритмического обеспечения, позволяющего автоматизировать совокупность операций выполняемых субъектами ИОС: АРМ, ЛВС и аппаратура передачи данных;
- технологического – поиск новых подходов, усовершенствование методов и технологий формирования знаний обучаемых при традиционном и АДО;
- методического – перенос УМК на электронные носители информации: информационные ресурсы, банки и БД и БЗ с информацией разного назначения.

## **1.1. Актуальность создания адаптивных интеллектуальных средств и сред автоматизированного обучения**

Информатизация учреждений системы образования обуславливает учет существующих потребностей, современных требований и ограничений при разработке компонентов ИОС, а также инициирует выработку подходов к внедрению средств автоматизации в рамках различных направлений образовательной деятельности.

Согласно принципам автоматизированного обучения и открытого образования, учебный процесс современного ОУч основывается на использовании широких возможностей автоматизированной (открытой) ИОС, для формирования которой требуется активная работа специалистов по подготовке и сопровождению электронных образовательных ресурсов, но недостаточно проработаны технологии создания таких учебно-методических материалов нового поколения, учитывающих индивидуальные особенности субъектов обучения (ИОЛСО и УОЗО).

При разработке различных видов обеспечения АДО реализуется комплекс мероприятий различного уровня: организационное – выработка требований, должностных инструкций, задач и функций к сотрудникам и подразделениям ОУч; техническое – анализ и подбор технологических новаций, выделение направлений внедрения аппаратных средств и оборудования используемого в основе ИОС; программное – программные средства, обеспечивающие сокращение временных и транзакционных издержек посредством автоматизации разных операций сопутствующих образовательной деятельности; методическое – подбор и формирование информационных ресурсов на различных носителях и УМК по набору дисциплин (предметов изучения).

Современное состояние на рынке образовательных услуг, существующие требования и противоречия обуславливают необходимость разработки комплексного подхода (технологии) к повышению эффективности функционирования ИОС систем АДО и созданию архитектур интеллектуальных адаптивных средств обучения.

Разработка, сопровождение и обслуживание компонентов систем АДО обуславливает привлечение профессионально-дифференцированных специалистов, использующих в процессе своей работы современные достижения в области информационных технологий, средств и сред программирования, мультимедиа и компьютерной графики, технологий искусственного интеллекта и представления знаний.

Системам АДО присущи основные свойства открытых информационных систем, к некоторым из них относят: расширяемость функционального назначения, состава и прикладного программного обеспечения, сетевой режим доступа к информационным ресурсам и учебным курсам, масштабируемость характеристик по числу обслуживаемых пользователей и производительности сервера, совместимость по коду и данным между разными архитектурами и платформами современных вычислительных машин и систем обуславливающая переносимость аппаратного и программного обеспечения, дружелюбность интерфейса пользователя, гибкость его настройки адекватно потребностям и уровню подготовки конечного пользователя.

## **1.2. Анализ состояния проблемы и существующие противоречия**

Анализ современного состояния ИКТ в сфере образования акцентирует внимание на необходимости решения ряда проблем возникающих при разработке компонентов систем АДО и адаптивных средств обучения нового поколения, которые используются в основе ИОС и позволяют учитывать не только УОЗО, но также и ИОЛСО (физиологические, психологические, лингвистические и прочие), что позволяет выделить ряд противоречий инициирующих комплекс различных задач:

- уровень развития ИТ и имеющиеся достижения информационной индустрии обуславливают возможность их практического использования в сфере образования, но отсутствуют адекватные теории и концепции информатизации учреждений системы образования для создания автоматизированных ИОС, поскольку ОУч на различных уровнях системы образования имеют характерную специфику внедрения и использования средств автоматизации;
- современные требования государственных и международных органов, регламентирующих политику развития системы образования и динамически изменяющиеся потребности различных категорий потребителей образовательных услуг актуализируют необходимость внедрения инноваций для повышения эффективности функционирования компонентов ИОС системы АДО;
- существующие подходы, методы и технологии к созданию электронных УМК, а также компонентов систем АДО практически не ориентированы на учет ИОЛСО, хотя автоматизированные ИОС используют в своей основе индивидуально-ориентированную модель организации учебного процесса, потенциально позволяющую внедрять средства обучения нового поколения основанные на интеллектуальных алгоритмах и адаптивных моделях;
- разработка архитектуры средств обучения нового поколения актуализирует необходимость проведения исследований специфики информационного взаимодействия между субъектами и средствами ИОС системы АДО;
- повышение эффективности формирования знаний обучаемых на основе технологий индивидуально-ориентированного АДО с использованием адаптивных моделей в основе компонентов ИОС акцентирует внимание на необходимость внесения модификаций в организацию и технологию обучения;
- возникает необходимость совершенствования принципов и алгоритмов в основе средств мониторинга учебного процесса, позволяющих гибко реагировать на изменение состояния (УОЗО и ИОЛСО) контингента обучаемых в ходе апробации новых методик обучения, а также на модификации ИОС систем АДО, обусловленные внедрением инновационных компонентов.

Современный уровень развития ИКТ обуславливает возможность использования технологий индивидуального, лично-ориентированного и адаптивного обучения при разработке средств обучения, которые ранее практически не использовались ввиду сложности их внедрения и невозможности реализации компонентов ИОС.

Существующие ИКТ АДО и распределенного сетевого обучения имеют ряд особенностей:

- информация, выступающая агрегатом знаний по набору дисциплин передается вне зависимости от состояния средств телекоммуникаций в регионе и степени удаленности обучаемого относительно образовательного центра;
- доступность, оперативность обновления и удобный способ представления для обучаемого содержания образовательных ресурсов, включая учебно-методический комплекс и его материалы на печатном и электронном носителе;
- возможность преподавателю дистанционно осуществлять консультации территориально распределенных обучаемых за минимальное время.

Использование технологий распределенного сетевого обучения обеспечивает обучаемым открытый доступ к различным информационным ресурсам сосредоточенным на сервере информационного центра ОУч по каналам связи разного типа посредством локальной или глобальной сети. Доступ к образовательным ресурсам с динамически обновляемой информацией по набору дисциплин хранящейся на файл-серверах территориально распределенных образовательных (научных) центров непосредственно возможен посредством помещений оборудованных АРМ с использованием разнородных технологий АДО.

Внедрение технологий личностно-ориентированного обучения и адаптивных моделей при реализации средств обучения в основе ИОС АДО актуализирует рассмотрение ряда инновационных подходов: психофизиология восприятия (Бару А.В., Гершуни Г.В., Измайлов Ч.А., Кроль В.М., Фельдштейн Д.И. и др.), когнитивная психология (Аршинов В.И., Дружинин В.Н., Зинченко Т.П., Ракитов А.И., Хаймен А., Холодная М.А. и др.) и лингвистика (Гик М.Л., Кобрина Н.А., Потапова Р.К. и др.).

Психофизиология восприятия позволяет объяснить закономерности первичного восприятия полихроматического спектра светового излучения и звуковых сигналов при передаче содержания информационных фрагментов по дисциплине посредством соответственно зрительной и слуховой сенсорных систем человека.

Когнитивная психология позволяет раскрыть сущность и специфику индивидуальной динамики процессов вторичной обработки информации психологическим конструктом головного мозга человека, а также обеспечить адекватное представление набора информационных фрагментов для повышения эффективности процесса формирования знаний контингента обучаемых по набору предметных областей.

Когнитивная лингвистика отражает особенности понимания содержания информационных фрагментов представленных контингенту обучаемых на различных уровнях изложения материала дисциплины с использованием определенного языка.

При реализации средств обучения нового поколения в основе ИОС систем АДО классические модели теряют свою актуальность (рис. 1.1): линейная модель (Скиннер Б.Ф.), линейная модель с обратной связью (Пресси С.Л.), разветвленная модель (Кроудер Н.А.), что обуславливает появление разветвленной многоуровневой и адаптивной моделей, позволяющих реализовать максимальную индивидуализацию процесса формирования знаний обучаемых и адаптацию к УОЗО и ИОЛСО.

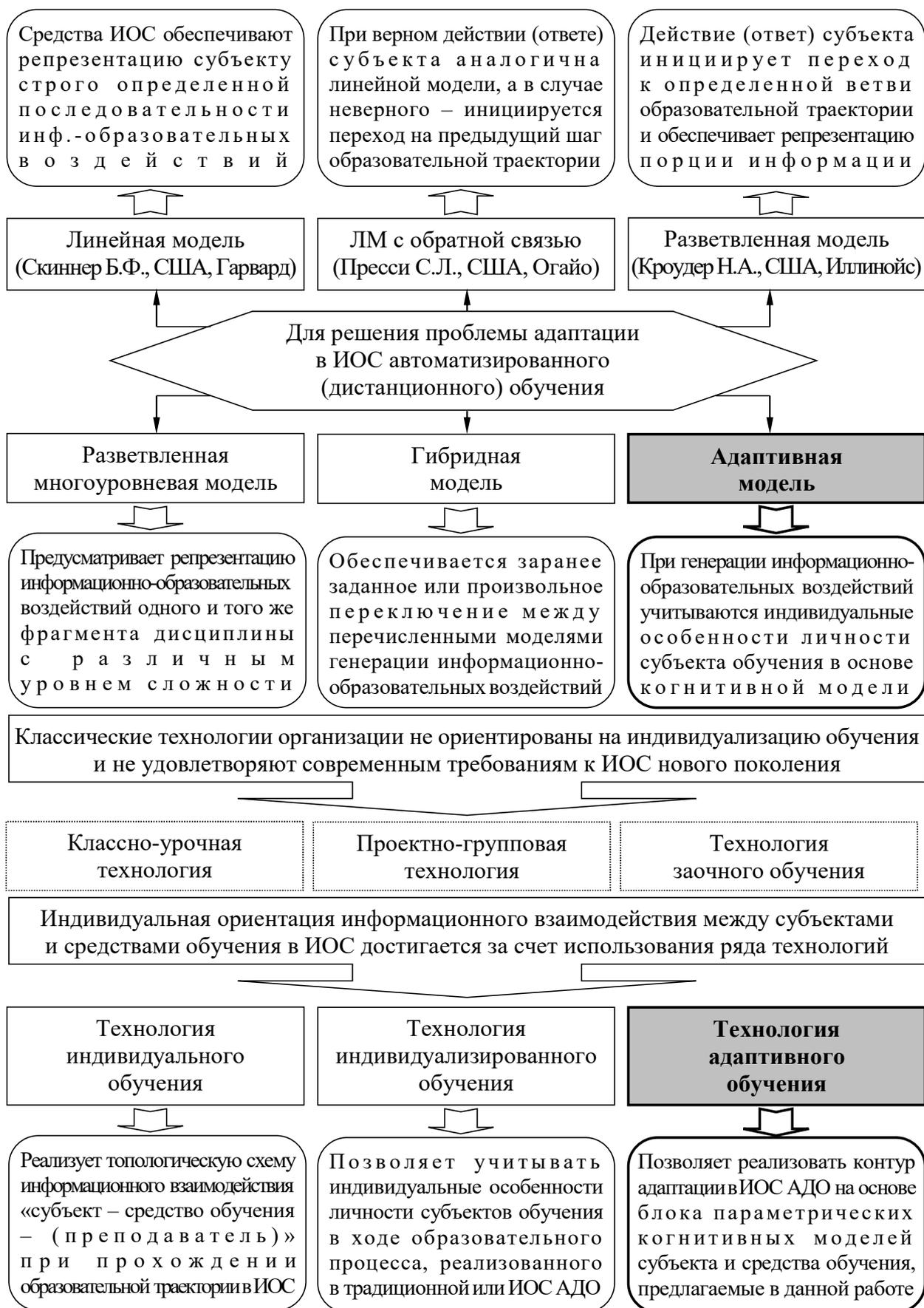


Рис. 1.1. Организационные модели и технологии взаимодействия субъектов и средств обучения для решения проблемы адаптации в информационно-образовательной среде

Преимуществами адаптивной ИОС АДО выступают: гибкость, открытость, универсальность, полиструктурность, расширяемость, подстройка под УОЗО и ИОЛСО.

В настоящее время существуют несколько путей индивидуализации процесса формирования знаний за счет средств автоматизированной образовательной среды:

- генеративный подход – ориентирован на самостоятельный выбор пользователем определенной информации и конструирование образовательной траектории исходя из актуальных в данный момент потребностей потребителей;
- генеративно-диагностический – генерация структуры, последовательности, выбор параметров, а также способа отображения содержания информационных фрагментов осуществляется алгоритмами средств обучения на основе предварительной диагностики параметров ИОЛСО и выявленного УОЗО;
- поисковой (навигационный) – состоит в обеспечении поиска и навигации в пределах информационных хранилищ, банков данных, БД на основе алгоритмов обработки данных и моделей представления данных и знаний, выполняющих декларативную и процедурную функцию по отношению к информации, что характерно для ресурсов электронных библиотек;
- эвристический – позволяет реализовать компоненты ИОС АДО, оперирующие на основе индивидуально-ориентированной и адаптивной технологии, используя методы искусственного интеллекта и алгоритмы, позволяющие реализовать вывод на неполных данных в процессе генерации информации;
- экспертный – компоненты ИОС АДО реализуют текущую и итоговую диагностику ИОЛСО, тестирование УОЗО в ходе всего процесса формирования знаний контингента обучаемых, что позволяет выявить отрицательно влияющие факторы, а также охарактеризовать причины затруднений обучаемых в ходе информационного взаимодействия между субъектами и средствами обучения с точки зрения различных предметных областей;
- комбинированный – предполагает использование комбинаторного сочетания перечисленных подходов, которые подбираются исходя из целей, задач, условий, требований и ограничений к компонентам ИОС, а также особенностей организационного, методического и технического обеспечения.

При этом возможна реализация различных режимов информационного взаимодействия субъектов обучения и средств обучения при их работе в ИОС АДО:

- выбор типов и параметров генерации ОВ полностью определяется алгоритмами средств обучения оперирующих в автоматическом режиме;
- управление процессом обучения реализуется на алгоритмическом уровне, а навигация осуществляется обучаемым самостоятельно в ручном режиме;
- смешанное управление процессом обучения: вначале обучаемый осуществляет навигацию вручную (панель), а в случае прироста количества некорректных действий реализуется передача управления алгоритму обучения.

### **1.3. Степень разработанности проблемы создания адаптивных интеллектуальных технологий и средств обучения**

Проблема создания интеллектуальных технологий основанных на экспертных знаниях и адаптивных средств обучения нового поколения не является принципиально новой, поскольку ее решение опирается на существующие фундаментальные основы, которые в некоторой мере разрабатывались ранее педагогами, физиологами, психологами и лингвистами, но в силу возрастающих потребностей общества и стремительных темпов развития ИКТ появляется возможность программной реализации компонентов систем АДО и их практического использования в основе ИОС. Научно-технические, организационные, технологические, методические и педагогические основы функционирования ДО разработаны лишь за последние десятилетия, поэтому многими специалистами подчеркивается особая актуальность проведения исследований при разработке архитектур и элементов автоматизированных средств и сред обучения посредством современных подходов в программировании.

Разработкой теоретических и прикладных основ создания и развития ИОС систем АДО занимались многие российские ученые и специалисты: Андреев А.А., Апатова Н.В., Гейн А.Г., Гершунский Б.С., Ершов А.П., Лапчик М.П., Матрос Д.Ш., Машбиц Е.И., Полат Е.С., Роберт И.В., Скибицкий Э.Г., Советов Б.Я. и другие.

Вопросам организации, технического и методического обеспечения ДО в сфере высшего образования на основе ИКТ посвящены работы отечественных и зарубежных ученых, таких как: Грюнцев А.Н., Домрачев В.Г., Жафяров А.Ж., Иванников А.Д., Кашицин В.Н., Кривошеев А.О., Круподеров Р.И., Моисеева М.В., Победоносцев К.А., Полат Е.С., Тихонов А.Н., Young D., Muchnis M., Knight P. и другие.

Проблематикой использования ИКТ для организации и автоматизации образовательного процесса занимались: Фостер Дж., Вильм Р., Довгялло А.М., Маклин К., Клейман Г., Уинфрей Ф., Кинелев В.Г., Манушин Э.А., Садовничий В.А. и другие.

Проблемы и перспективы развития образования на фоне существующего кризиса в системе образования и наличия специфических национальных факторов: Колин К.К., Семенов А.Л., Воронина Т.П., Кашицин В.П., Молчанова О.П. и другие.

Методологические основы развития образования в эпоху новых ИТ: Гершунский Б.С., Клейман Г.М., Колин К.К., Кривошеев А.О., Ляудис В.А., Машбиц Е.И., Роберт И.В., Тихомирова О.К. и другие – авторы представляют информатизацию как основной путь преодоления кризиса образования путем развития технологий АДО, использования новых методов и стратегий обучения, совершенствования политики развития системы образования и выработки направлений автоматизации ИОС.

В рамках информатизации образования на основе достижений ИКТ важным теоретическим направлением является личностно-ориентированное обучение: Бим-Бад Б.М., Бондаревская Е.В., Петровский А.В., Якиманская И.С. и другие. Авторами определены и раскрыты принципы и технологии личностно-ориентированного обучения, успешно используемые при разработке средств обучения на основе ИКТ.

Особое место при применении ИКТ в обучении занимают вопросы психофизиологии восприятия информации при использовании автоматизированных средств обучения на основе ИКТ: Баумштейн Т.А., Белгородский Л.С., Гельтищева Е.А., Кайсина О.В., Кроль В.М., Измайлов Ч.А., Матюхин В.В., Сандомирский М.Е. и другие.

Реализация АДО и разработка методического обеспечения для проведения занятий с использованием ИКТ по разным дисциплинам и дополнительных занятий в учреждениях общего (среднего) образования: информатика (Филимоненков Д.О., Яковлева Т.А. и другие), математика (Костина Г.Е., Матвеева Т.А. и другие), геометрия (Лаздина Н.Г., Майер В.Р. и другие), физика (Мисюра Я.С., Куприхина А.И. и другие), русский язык (Ясницкая И.А., Ясницкий Ю.Г. и другие), иностранный язык (Числова А.С., Скородумова Э.С., Ишкова Г.М., Звягина И.И., Боровикова Т.М. и другие), история (Штыров А.В. и другие), музыка (Горбунова И.Б. и другие).

Совершенствование технологического цикла АДО и разработка программного обеспечения (Семенов В.В., Летова Т.А., Лунева С.Ю., Могилева А.В., Мухина Н.В. и другие), мультимедийных приложений (Марьясина Т.Д. и другие) и телекоммуникационных систем (Антонов С.В., Советов Б.Я. и другие) в основе ИОС.

Непосредственные исследования вопросов применения ИКТ в образовании выполняются по следующим основным направлениям: психолого-педагогические аспекты обучения с применением ИКТ (Gagne R., Jonassen D.H., McKnight C. и другие), программированное обучение и разработка обучающих систем (Briggs L., Harison N., Kearsley G. и другие), технологии обучения на расстоянии и дистанционного обучения (Harasim L., Knowles M.S., Moore M.G. и другие) и восприятие электронной информации (Dillon A., Nielsen J., Norman D.A., Salomon G. и другие).

Недостаточно проработаны принципы системной интеграции ИКТ в информационную среду ОУч, под которой понимается открытая система (для открытого АДО), аккумулирующая интеллектуальные, научно-технические, социальные, культурные, аппаратные, программные, организационные и методические ресурсы.

По мнению академиков «РАН» Ершова А.П. и Арского Ю.М. открытая ИОС является переходным этапом на пути к синтезу «инфосферы» – достигается за счет интеграции региональных и международных ИОС, включающих множество информационно-образовательных ресурсов, формируемых разными образовательными центрами.

Математические методы, модели анализа и синтеза автоматических систем управления (Айзерман М.А., Бесекерский В.А., Попов Э.В. и другие), теория открытых систем (Хакен Г., Уемов А.И. и другие), теория моделирования учебного процесса (Беспалько В.П., Кларин М.В., Машбиц Е.И. и другие), теория интеллектуальных систем и языков представления знаний (Андреев В.П., Иващенко К.И., Поспелов Г.С., Поспелов Д.А. и другие), теория алгоритмов (Гуревич И.Б., Ефимова С.М., Журавлев Ю.И. и другие), объектно-ориентированная парадигма в современных средах программирования (Зихерт К., Дэвис С.Р., Стинсон К. и другие).

Актуализируется потребность разработки адаптивных интеллектуальных ИОС.

Проблема ИТ в «адаптивном» обучении еще не достаточно широко решена, хотя ее прикладные задачи, важные в силу своей фундаментальности, разрабатывались педагогами, физиологами, психологами, лингвистами, специалистами в области ИТ: проблемы теории обучающих систем и инновационных процессов в образовании (Гальперин П.Я., Загвязинский В.И., Махмутов М.И. и другие), лично-ориентированное образование (Амонашвили Ш.А., Бондаревская Е.В., Якиманская И.С. и другие), технологии программированного обучения (Беспалько В.П., Гершунский Б.С., Тальзина Н.Ф. и другие), фундаментальные положения психолого-педагогических основ использования ИТ (Гейн А.Г., Ершов А.П., Леонтьев А.А. и другие), моделирование ИОС и программированное обучение (Беспалько В.П., Гершунский Б.С., Тальзина Н.Ф. и другие), психофизиология восприятия (Измайлов Ч.А., Кроль В.М., Смирнов В.М. и другие), когнитивная психология (Дружинин В.Н., Зинченко Т.П., Холодная М.А. и другие) и прикладная лингвистика (Гик М.Л., Кобрина Н.А., Потапова Р.К. и другие).

Многими авторами подчеркивается, что на современном этапе развития науки и ИТ подчеркивается техническая возможность реализации открытых образовательных систем, основанных на принципе распределенной архитектуры и реализованных с использованием современных достижений ИТ и технологий Web-программирования, нелинейного видео-монтажа и поточного видео, мультимедиа и флэш-презентаций, позволяющих предоставить доступ широкому кругу потребителей к набору информационных ресурсов, содержащих отобранную и предварительно структурированную информацию по совокупности предметных областей.

Поскольку система образования каждой отдельно рассматриваемой страны является уникальной, то выдвигается определенная стратегия информатизации, обеспечивающая разработку комплекса целей, мероприятий и задач направленных на внедрение средств автоматизации в основу ИОС ОУч, учитывающая специфические особенности географического расположения культурных, научных и образовательных центров, политические, экономические, социально-демографические и профессиональные факторы государства, населения и организаций.

В свете глобализации информационной среды интенсификация роста разнородных потоков научно-технической, экономической, политической, медицинской и прочей информации как первообразной агрегата знаний обуславливает существенное повышение когнитивной нагрузки на субъектов информационного обмена: как источников, так и потребителей информации. Задача сокращения временных и транзакционных издержек в процессе изучения содержания информационных ресурсов, создания продуктов информационной индустрии, предоставления информационных услуг субъектам информационного рынка с целью повышения своей осведомленности в различных предметных областях и удовлетворения потребностей в получении актуальной информации инициирует выработку комплекса мер направленных на совершенствование системы образования за счет внедрения инновационных подходов и технологий при создании средств обучения в основе ИОС.

#### **1.4. Цель и задачи создания адаптивной информационно-образовательной среды системы автоматизированного обучения на основе когнитивных моделей**

В данной монографии изложены некоторые результаты моего диссертационного исследования направленного на разработку среды автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей и ее компонентов.

**Объект исследования** – информационно-образовательная среда системы автоматизированного (дистанционного) обучения образовательного учреждения.

**Предмет исследования** – система автоматизированного (дистанционного) обучения со свойствами адаптации на основе блока параметрических когнитивных моделей.

Исследование направлено на возможность анализа автоматизированных ИОС и реализацию средств обучения обеспечивающих индивидуально-ориентированный процесс формирования знаний контингента обучаемых с учетом УОЗО и ИОЛСО.

**Гипотеза исследования** основывается на предположениях о непрерывности развития новых ИТ и расширении сферы их использования в образовании, обеспечивающих возможность реализации средств адаптивного обучения в автоматизированных ИОС, учитывающих физиологические, психологические, лингвистические и прочие особенности субъектов образовательного процесса, что, в конечном счете, позволит обеспечить формирование знаний обучаемого с минимальными нагрузками, транзакционными и временными издержками, а также выдержать требуемый уровень подготовки (профессиональной компетентности) обучаемых.

**Целью исследования** является повышение эффективности функционирования ИОС АДО за счет реализации индивидуально-ориентированного формирования знаний обучаемого с использованием адаптивной генерации образовательных воздействий на основе БПКМ и комплекса программ для автоматизации задач исследования.

Согласно гипотезе и цели решались следующие **задачи исследования**:

1. Анализ современных подходов, методов, технологий и алгоритмов к созданию ИОС АДО и адаптивных средств обучения обуславливает рассмотрение:
  - современных аспектов и направлений информатизации информационных сред ОУч и учебных центров за счет внедрения средств автоматизации;
  - теоретических основ построения автоматизированных ИОС адаптивного обучения с моделью субъекта обучения на базе теории автоматического управления, подходов и принципов в основе алгоритмов их функционирования;
  - организационных моделей и технологий реализации информационного взаимодействия между субъектами и средствами обучения в ИОС АДО;
  - основных мероприятий при организации индивидуально-ориентированного формирования знаний контингента обучаемых: моделей и алгоритмов репрезентации информационно-образовательных воздействий в среде АДО;
  - специфики реализации автоматизированного исследования ИОЛСО, мониторинга успеваемости контингента обучаемых и оценки УОЗО.

2. Создание структуры ИОС системы АДО со свойствами адаптации на основе БПКМ инициирует проведение ряда исследований:
    - анализ особенностей и разработка модификаций в организации ИОС, реализация принципов и алгоритмов функционирования компонентов системы АДО, а также усовершенствование основных технологических этапов управляемого процесса формирования знаний контингента обучаемых на основе моделей адаптивного обучения для реализации учета ИОЛСО и УОЗО;
    - создание и анализ структуры канала информационного взаимодействия субъектов и средств обучения в ИОС системы АДО, включающей БПКМ;
    - поиск возможных путей повышения эффективности формирования знаний обучаемых с использованием индивидуально-ориентированных технологий и адаптивных средств обучения, оперирующих на основе ИОЛСО и УОЗО;
    - выделение физиологических, психологических и лингвистических факторов, влияющих на повышение эффективности информационного взаимодействия между субъектами и средствами ИОС, выступающими параметрами КМ.
  3. Разработка ТКМ позволяющей провести комплексный анализ эффективности функционирования ИОС системы АДО со свойствами адаптации на основе КМ и реализовать принятие решений на основе выявленных закономерностей посредством статистической обработки апостериорных данных экспериментов:
    - о причинах затруднений обучаемых в процессе их формирования знаний посредством адаптивного электронного учебника, генерирующего набор информационных фрагментов отражающих содержание предмета на основе БПКМ;
    - о необходимости реконструкции структуры КМ в ширину и глубину посредством добавления новых параметров и удаления существующих параметров.
  4. Разработка БПКМ в основе ИОС АДО, включающего репертуары параметров:
    - КМ субъекта обучения – характеризует совокупность различных ИОЛСО;
    - КМ средства обучения – отражает особенности предъявления информации.
  5. Разработка комплекса программ для автоматизации задач исследования, включая:
    - адаптивное средство обучения (ЭУ) реализует индивидуально-ориентированную генерацию образовательных воздействий посредством процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов оперирующего на основе БПКМ;
    - основной ДМ обеспечивает оценку УОЗО по изучаемым дисциплинам с использованием набора тестов и бальной шкалы на основе весовых коэффициентов;
    - прикладной ДМ предназначен для исследования векторов параметров КМ.
- К основным методам исследования следует отнести:**
- теоретические – теория систем, системный анализ и моделирование, структурирование и представление знаний, инженерная психология и педагогика;
  - экспериментальные – прикладные методы физиологии анализаторов (сенсорных систем), когнитивной психологии и прикладной лингвистики.

### **1.5. Этапы создания и анализа среды автоматизированного обучения на основе когнитивных моделей**

В ходе проведения продолжительной моей научно-исследовательской и методической работы можно выделить ряд этапов, каждый из которых характеризуется определенными научными теоретическими и практическими результатами, полученными на протяжении обучения в аспирантуре и ведения преподавательской деятельности, которые легли в основу моей диссертации, а также использовались в учебном процессе «Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета "ЛЭТИ"» («СПбГЭТУ "ЛЭТИ"») и «Международного банковского института» («МБИ») г. Санкт-Петербург.

*На первом этапе (2003 – 2004 год)* осуществлялся анализ литературных источников, патентные исследования с целью поиска возможных аналогов разрабатываемых объектов, а также выявлялись существующие проблемы, возникающие при создании, сопровождении и обслуживании компонентов ИОС систем АДО.

Согласно принципу открытого обучения, учебный процесс современного ОУч основывается на использовании широких возможностей открытой ИОС, для формирования которой требуется активная работа разнородных специалистов по подготовке и сопровождению электронных образовательных ресурсов, но недостаточно проработаны технологии создания таких учебно-методических материалов нового поколения, учитывающих ИОЛСО наряду с УОЗО.

Проведенный анализ теоретических основ построения автоматизированных ИОС адаптивного обучения с моделью субъекта обучения позволил выделить ряд организационных моделей и технологий взаимодействия субъектов с образовательными средствами, а также основных мероприятий при организации индивидуально-ориентированного формирования знаний контингента обучаемых как управляемого процесса: моделей репрезентации ОВ, алгоритмов обучения, методов и средств диагностики ИОЛСО, специфики реализации мониторинга успеваемости и оценки УОЗО.

Полученные мои научные результаты обнародовались в форме выступлений и публикаций в сборниках материалов следующих международных конференций, проводимых в «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"» и «МБИ» «МАН ВШ» и «Межрегиональным образовательным консорциумом России»:

1. IX<sup>ая</sup> международная научно-методическая конференция «Современные технологии обучения», прошедшая в «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», РФ, г. Санкт-Петербург, 23 апреля 2003 года:

- мои публикация и научный доклад в секции «Технологии обучения» на тему «Применение систем искусственного интеллекта в проблемном обучении: на примере программно-диагностирующего модуля экспертной обучающей системы».

2. II<sup>ая</sup> международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания», прошедшая в «МБИ», РФ, г. Санкт-Петербург, 12-13 марта 2003 года:
  - мои публикация и научный доклад в секции «Современные технологии обучения» на тему «Влияние развития информационных и коммуникационных технологий на общество и образование»;
  - мои публикация и научный доклад в секции «Образовательная политика и новые технологии преподавания» на тему «Концепция разработки интеллектуальных обучающих систем на основе технологии быстрого прототипирования»;
  - мои публикация и научный доклад в секции «Образовательная политика и новые технологии преподавания» на тему «Действующий демонстрационный прототип экспертной обучающей системы обучения как педагогическое программно-диагностическое средство».
3. III<sup>ья</sup> международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания», прошедшая в «МБИ», РФ, г. Санкт-Петербург, 11-13 марта 2004 года:
  - мои публикация и научный доклад в секции «Образовательная политика и новые технологии преподавания» на тему «Когнитивная модель пользователя как средство коммуникативного взаимодействия с системой дистанционного обучения»;
  - мои публикация и научный доклад в секции «Образовательная политика и новые технологии преподавания» на тему «Основы технологии построения параметрических когнитивных моделей для задач среды дистанционного обучения»;
  - мои публикация и научный доклад в секции «Математические методы и информационные технологии в экономике» на тему «Особенности обеспечения информационной безопасности на уровне приложений в среде WWW с использованием РНР»;
  - мои публикация и научный доклад в секции «Гуманитарные и социальные знания и их роль в экономике и образовании» на тему «Особенности профессиональной деятельности личности в условиях глобализации информационной среды».
4. II<sup>ая</sup> международная научно-методическая конференция «Управление качеством в современном ВУЗе», прошедшая в «МБИ», РФ, г. Санкт-Петербург, 17-18 июня 2004 года:
  - мои публикация и научный доклад в секции «Управление качеством в ВУЗе» на тему «Применение экспертных обучающих систем для автоматизации контроля уровня знаний по предметным областям»;
  - мои публикация и научный доклад в секции «Управление качеством в ВУЗе» на тему «Особенности применения экспертных обучающих систем для автоматизированной оценки квалификации профессиональных участников рынка ценных бумаг».

Подготовлены и опубликованы два моих раздела в коллективной монографии «Факторы успеха в образовательной деятельности современного ВУЗа» на тему «Тенденции развития информационной среды дистанционного образования» и «Когнитивная модель для адаптивных систем дистанционного обучения». Разрабатывалось мое методическое обеспечение по дисциплине «Информатика»: теоретический курс лекций и лабораторный практикум. Оформлялась рукопись моей диссертации.

Проводилась разработка ТКМ (создан итеративный цикл ТКМ) и осуществлялась реализация компонентов ИОС системы АДО со свойствами адаптации на основе КМ: основной ДМ, который мной практически использовался на занятиях по дисциплине «Искусственный интеллект в задачах управления» (дневной поток).

Осуществлялось руководство дипломным проектированием на тему: «Разработка программного инструментария для оценки квалификации профессиональных участников рынка ценных бумаг» (Зиновьева Н.Н., группа 8832, оценка «ГАК» «отлично»).

*На втором этапе (2004 – 2005 год)* осуществлялась разработка структуры ИОС системы АДО со свойствами адаптации на основе БПКМ: исследовались особенности каналов информационного взаимодействия субъектов и средств обучения, специфика организации, основные технологические этапы обучения как управляемого процесса и принципы функционирования компонентов ИОС системы АДО.

Полученные мои научные результаты обнародовались в форме выступлений и публикаций материалов на следующих международных конференциях, проводимых в «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"» и «МБИ» «МАН ВШ» и «Межрегиональным образовательным консорциумом России»:

5. IV<sup>ая</sup> международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания», прошедшая в «МБИ», РФ, г. Санкт-Петербург, 15-16 марта 2005 года:

- мои публикация и научный доклад в секции «Инновационные технологии образования» на тему «Особенности структуры информационной среды адаптивных систем ДО»;
- мои публикация и научный доклад в секции «Инновационные технологии образования» на тему «Структура когнитивной модели для поддержки информационной среды адаптивного обучения»;
- мои публикация и научный доклад в секции «Инновационные технологии образования» на тему «Исследование конвергентных и дивергентных интеллектуальных способностей когнитивной модели испытуемого для задач информационной среды адаптивного обучения».

6. III<sup>ья</sup> международная научно-методическая конференция «Управление качеством в современном ВУЗе», прошедшая в «МБИ», РФ, г. Санкт-Петербург, 21-22 июня 2005 года:

- мои публикация и научный доклад в секции «Мониторинг и поддержка системы управления качеством» на тему «Применение интеллектуальных обучающих систем (для автоматизированной оценки уровня остаточных знаний по предметам изучения и диагностики конвергентных и дивергентных интеллектуальных способностей когнитивной модели субъектов информационной среды адаптивного автоматизированного обучения)».

Проводилась разработка методик и алгоритмов в основе ТКМ, получены структуры КМ субъекта обучения и средства обучения, реализованы принципы функционирования компонентов ИОС системы АДО со свойствами адаптации на основе БПКМ, осуществлялась постановка и проведение серии экспериментальных исследований.

Разрабатывалась структура адаптивного средства обучения, реализованы основной ДМ и прикладной ДМ, которые впоследствии практически использовались на практических занятиях по дисциплинам «Информатика» (дневной и вечерний поток) и «Интеллектуальные технологии представления знаний» (дневной поток).

Создано мной мое методическое обеспечение дисциплины «Информатика»: разработан курс лекций и методические указания для проведения лабораторного практикума.

Осуществлялось руководство дипломным проектированием на темы:

- «Разработка диагностического модуля открытого образовательного портала для задач информационной среды автоматизированного дистанционного обучения» (Блинков Р.Ю., группа 9832, оценка «ГАК» «отлично»);
- «Разработка программного инструментария диагностики уровня конвергентных интеллектуальных способностей когнитивной модели испытуемого для задач информационной среды адаптивного обучения» (Тасоева Е.Б., группа 9832, оценка «ГАК» «отлично»);
- «Разработка программного инструментария диагностики уровня дивергентных интеллектуальных способностей когнитивной модели испытуемого для задач информационной среды адаптивного обучения» (Федосеева Н.А., группа 9832, оценка «ГАК» «хорошо»).

*На третьем этапе (2005 – 2006 год)* усовершенствовались принципы функционирования компонентов ИОС системы АДО, дорабатывались КМ субъекта обучения и КМ средства обучения, а также разрабатывались методики и алгоритмы в основе ТКМ. Осуществлялась разработка архитектуры и реализация процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов – основного компонента автоматизированного средства обучения (ЭУ).

Полученные мои научные результаты обнародовались в форме выступлений и публикаций материалов на следующих региональных и международных конференциях, проводимых в «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"» и «МБИ» «МАН ВШ» и «Межрегиональным образовательным консорциумом России»:

7. 4<sup>ая</sup> всероссийская научная конференция «Управление и информационные технологии», прошедшая в «ЦНИИ "Электроприбор"» и «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», РФ, г. Санкт-Петербург, 10-12 октября 2006 года:

- мои публикация и научный доклад в секции «Информационные технологии управления и моделирования» на тему «Адаптивная информационная среда автоматизированного обучения на основе когнитивных моделей»;
- мои публикация и научный доклад в секции «Информационные технологии управления и моделирования» на тему «Когнитивное моделирование для анализа информационно-образовательной среды».

8. Международная конференция «Проблемы кибернетики и информатики», прошедшая в «Национальной академии наук Азербайджана», г. Баку, 24-26 октября 2006 года:

- мои публикация и научный доклад в секции «Проблемы управления и системный анализ» на тему «Информационная среда автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей».

Изданы методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Информатика» для студентов первого курса:

- Ветров А.Н. Операционная система MS Windows 98/Me/2000: метод. указ. к лаб. раб. / О.Ю. Белаш, А.Н. Ветров, Е.Е. Котова; под ред. проф. Н.Н. Кузьмина. – СПб.: «Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2005. – 72 с.;
- Ветров А.Н. Пакет прикладных программ MS Office 97/2000: Текстовый редактор Word: метод. указ. к лаб. раб. / О.Ю. Белаш, А.Н. Ветров, Е.Е. Котова; под ред. проф. Н.Н. Кузьмина. – СПб.: «Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2005. – 64 с.;
- Ветров А.Н. Пакет прикладных программ MS Office 97/2000: Система электронных таблиц Excel: метод. указ. к лаб. раб. / О.Ю. Белаш, А.Н. Ветров, Е.Е. Котова; под ред. проф. Н.Н. Кузьмина. – СПб.: «Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2005. – 76 с.

Опубликованы 3 мои научные статьи, содержащие полученные научные результаты:

- Ветров А.Н. Подход к синтезу информационно-образовательной среды адаптивного дистанционного обучения с использованием методов и технологий когнитивного моделирования / А.Н. Ветров // «Известия "МАН ВШ"» («Украинское отделение»), №1, 2005. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2005, Киев: «МАН ВШ», 2005. – 21 с. (С.102-121);
- Ветров А.Н. Подход к синтезу информационно-образовательной среды адаптивного (дистанционного) обучения с использованием методов и технологий когнитивного моделирования / А.Н. Ветров, Е.Е. Котова, Н.Н. Кузьмин // «Известия "Волгоградского государственного технического университета"», №8, 2006. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2005, Волгоград: «ВГТУ», 2006. – 9 с. (С.194-196);
- Ветров А.Н. Информационная среда автоматизированного обучения на основе когнитивных моделей / А.Н. Ветров, Е.Е. Котова, Н.Н. Кузьмин // «Известия "МАН ВШ"» («Московское отделение»), №3 (37), 2006. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2006, М.: «МАН ВШ», 2006. – 15 с. (С.100-112);
- Ветров А.Н. Адаптивная информационно-образовательная среда автоматизированного (дистанционного) обучения на основе параметрических когнитивных моделей / А.Н. Ветров, Е.Е. Котова, Н.Н. Кузьмин // «Известия "СПбГЭТУ "ЛЭТИ"»», №1, 2006. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2006. – 14 с. (С.101-111).

Проводилась доработка методик и алгоритмов в основе ТКМ, уточнялись структуры КМ, модернизировались принципы функционирования компонентов ИОС системы АДО со свойствами адаптации на основе БПКМ, программно реализован процессор адаптивной репрезентации информационных фрагментов в основе архитектуры адаптивного средства обучения (ЭУ учитывающий ИОЛСО).

Модернизировалась программная реализация адаптивного средства обучения, осуществлялось наполнение БД основного диагностического модуля и прикладного диагностического модуля новыми тестами (методами исследования УОЗО и ИОЛСО), которые впоследствии практически использовались на практических занятиях по дисциплине «Информатика» (дневной и вечерний поток).

Разрабатывалось мое методическое пособие (учебник) и его электронный аналог по дисциплине «Информатика».

Используя методики и алгоритмы в основе ТКМ на практических занятиях по дисциплине «Информатика» поставлен эксперимент с использованием разработанного комплекса программ: сформированы структуры КМ, включающие актуальное множество параметров для целей исследования; проведена автоматизированная диагностика ИОЛСО, выступающих значениями параметров КМ субъекта обучения за счет использования прикладного ДМ; реализована индивидуально-ориентированная генерация информационных фрагментов контингенту обучаемых посредством адаптивного средства обучения; проведено автоматизированное тестирование УОЗО посредством основного ДМ; обеспечен анализ полученных результатов с использованием алгоритма обработки апостериорных результатов тестирования.

Осуществлялась статистическая обработка экспериментальных данных.

*На четвертом этапе (2006 – 2007 год)* проверка достоверности результатов, статистический анализ и выявление закономерностей, интерпретация зависимостей, определение направлений и задач дальнейших исследований ИОС системы АДО.

Полученные научные результаты обнародовались в форме выступлений и публикаций материалов на следующих международных конференциях проводимых в «МБИ» «МАН ВШ» и «Межрегиональным образовательным консорциумом России»:

9. VI<sup>ая</sup> международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания», прошедшая в «МБИ», РФ, г. Санкт-Петербург, 13-14 марта 2007 года:

- моя публикация и научный доклад в секции «Образовательная политика и новые технологии преподавания» на тему «Анализ информационной среды автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей»;
- моя публикация и научный доклад в секции «Образовательная политика и новые технологии преподавания» на тему «Программное обеспечение автоматизированной образовательной среды со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей».

10. XIII<sup>ая</sup> международная научно-практическая конференция «Современное образование: содержание, технологии и качество», прошедшая в «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», РФ, г. Санкт-Петербург, 19 апреля 2007 года:

- моя публикация и научный доклад в секции «Перспективные технологии обучения» на тему «Программный комплекс для исследования адаптивной информационно-образовательной среды на основе когнитивных моделей».

11. V<sup>ая</sup> международная научно-методическая конференция «Управление качеством в современном ВУЗе», прошедшая в «МБИ», РФ, г. Санкт-Петербург, 21-22 июня 2007 года:

- моя публикация и научный доклад в секции «Создание системы управления качеством» на тему «Методики и алгоритмы в основе технологии когнитивного моделирования»;
- моя публикация и научный доклад в секции «Совершенствование системы управления качеством в ВУЗе» на тему «Адаптивное средство обучения в автоматизированной образовательной среде на основе блока параметрических когнитивных моделей».

Определение направлений и задач дальнейшего исследования и развития ИОС АДО со свойствами адаптации на основе КМ, усовершенствование методик и алгоритмов в основе ТКМ, а также полученных структур КМ субъекта обучения и КМ средства обучения.

## 1.6. Перечень полученных научных результатов

В рамках системного и модельного подходов определены структура, характеристика и взаимосвязь элементов ИОС системы АДО, включающей организационно-методические и программно-технические ресурсы, которые легли в основу диссертации и практически использовались в учебном процессе.

**Основные научные положения, полученные мной как автором** в ходе научно-исследовательской и методической работы за 4 года и **их новизна:**

1. Создана структура ИОС системы АДО со свойствами адаптации на основе КМ, предполагающая дополнительный контур адаптации на основе ИОЛСО и потенциальных технических возможностей средств обучения, который обеспечивает повышение эффективности функционирования ИОС системы АДО:
  - представлены модификации в организации и технологии АДО, обеспечивающие реализацию адаптивной модели обучения, позволяющей обеспечить индивидуально-ориентированную генерацию образовательных воздействий на основе БПКМ;
  - разработаны принципы функционирования компонентов ИОС системы АДО со свойствами адаптации на основе КМ (адаптивного средства обучения, основного и прикладного ДМ), а также процессор адаптивной репрезентации информационных фрагментов в основе адаптивного электронного учебника.
2. Разработана ТКМ, которая позволяет обеспечить комплексный анализ эффективности функционирования ИОС АДО в рамках серии выбранных научных аспектов и повышение эффективности процесса формирования знаний контингента обучаемых в ИОС системы АДО со свойствами адаптации на основе КМ:
  - итеративный цикл ТКМ, который включает последовательность этапов;
  - методика использования ТКМ для анализа ИОС системы АДО;
  - алгоритм формирования структуры КМ;
  - способы представления структуры КМ на основе формальных классических способов представления структурированных данных (логическая модель и продукционная модель), неформальных классических способов (фреймовая модель, семантическая сеть и онтология) предложенных инновационных способов (ориентированный граф сочетающий теорию множеств и многоуровневая структурная схема без каких-либо связей);
  - методики исследования параметров КМ субъекта обучения и КМ средства обучения;
  - алгоритм обработки апостериорных результатов тестирования.
3. Разработан БПКМ содержащий КМ, которые выступают основой реализации контура адаптации и осуществления системного анализа ИОС системы АДО:
  - КМ субъекта обучения – аккумулирует параметры характеризующих ИОЛСО;
  - КМ средства обучения – репертуар параметров отражающих потенциальный набор видов, типов и способов представления информационных фрагментов.
4. Разработан комплекс программ для автоматизации исследования ИОС системы АДО, который включает несколько программных компонентов:
  - адаптивное средство обучения (электронный учебник) – реализует индивидуально-ориентированную генерацию образовательных воздействий посредством процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов;
  - основной диагностический модуль – автоматизированную оценку УОЗО;
  - прикладной диагностический модуль – исследование параметров КМ субъекта обучения и последующий анализ апостериорных данных.

**Теоретическая значимость исследования** заключается:

1. Предложены основы реорганизации ИОС с учетом реализации адаптации к ИОЛСО:
  - структура системы АДО со свойствами адаптации на основе БПКМ;
  - специфика обучения как управляемого процесса формирования знаний;
  - особенности структуры и реализации компонентов системы АДО;
  - основы извлечения предметных знаний для целей построения теоретико-справочных модулей (ТСМ) адаптивных средств обучения, архитектур компонентов ИОС АДО (ЭУ и ДМ) нового поколения и параметров их оценки;
  - специфика использования мультимедиа в ИОС АДО.
2. Выделены особенности модификации организации ИОС и технологического процесса управляемого формирования знаний, а также принципы функционирования компонентов системы АДО при реализации контура адаптации на основе БПКМ.
3. Представлена структура каналов информационного взаимодействия субъектов и средств обучения в ИОС системы АДО со свойствами адаптации на основе БПКМ, выделены ключевые параметры, влияющие на эффективность формирования знаний обучаемого в ИОС системы АДО.

**Практическая ценность** проведенного исследования заключается:

1. ТКМ обеспечивает комплексный анализ ИОС системы АДО на основе КМ.
2. Полученные структуры КМ субъекта обучения и КМ средства обучения посредством алгоритма формирования структуры КМ позволяют обеспечить генерацию информационных фрагментов адекватно ИОЛСО (задаются предварительно).
3. Разработанные методика исследования параметров КМ и алгоритм обработки апостериорных данных тестирования формализуют соответственно последовательности постановки эксперимента и обработки апостериорных данных.
4. Комплекс программ обеспечивает автоматизацию адаптивной генерации информационных фрагментов по дисциплине на основе предварительно диагностированных параметров КМ и последующую оценку УОЗО.

**Достоверность научных результатов** обеспечена системным подходом к описанию объекта исследования, корректным использованием фундаментальных положений информатики, педагогики, психологии и эргономики, адекватностью полученных моделей реальным процессам, обоснованным применением апробированных методов исследования, строгой логикой проведения (автоматизированного) исследования, результатами статистической обработки апостериорных данных полученных при помощи специально разработанного программного обеспечения (ПО), апробацией основных положений моей диссертации на семинарах и конференциях различного уровня, внедрением результатов диссертационного исследования в учебный процесс.

**Практическое использование (внедрение) результатов исследования** осуществлялось в «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», «МБИ» и прочих организациях, что подтверждается соответствующими протоколами с апостериорными результатами исследования и актами.

Исследование проводилось параллельно с подготовкой моей диссертации, а полученные научные и практические результаты апробировались в учебном процессе «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"» по дисциплинам «Интеллектуальные технологии представления знаний» (лабораторный практикум, дневной поток) и «Информатика» (теоретический курс лекций и лабораторный практикум, дневной и вечерний потоки).

По дисциплине «Информатика» мной самостоятельно разработано мое методическое обеспечение: теоретический курс лекций и лабораторный практикум.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 43 (80 на 2012 г.) научных работ: 01 учебник и 03 методических указания к лаб. работам по дисциплине «Информатика»; 02 раздела в 01 колл. научной монографии «МАН ВШ» (с форм. соавторами-препод.); 08 (16) учебных пособий и научных монографиях (без соавторов); 01 (02) отчет(а) по индивидуальной инициативной НИР; 05 (12) научных статей в научных журналах рекомендованных «ВАК РФ», из них 00 (05) научных статей депонированы во «"ВИНИТИ" "РАН"»; 22 (43) научных доклада в материалах 11 (24) международных научных конференций, а также 04 авторских свидетельства о депонировании и регистрации произведений – объектов интеллектуальной собственности в «РАО» (РФ, г. Москва).

В ходе проведения исследования подготовлена рукопись моей докторской диссертации:

- том 1 (основная часть) – представлено введение, четыре главы, заключение, библиографический аппарат, включающий 281 наименование, изложенные на 180 стр. машинописного текста, включая 44 рисунка и 2 таблицы;
- том 2 (приложения) – содержит 14 приложений на 246 стр. машинописного текста, включая 89 рисунков и 154 таблицы;
- том 3 (приложения) – содержит 1 приложение на 412 стр. машинописного текста, включая 177 рисунков и 169 таблиц.

Рассматривая методики и алгоритмы в основе ТКМ по отношению к различным этапам АДО целесообразно выделить **направления и задачи дальнейших исследований** с целью усовершенствования полученных результатов:

- на этапе идентификации и концептуализации – рекомендуется подобрать программное средство для визуализации процесса разработки концептуальной и структурной схемы исследуемого объекта в предметной области (субъект обучения и средство обучения) и создать метод ее формализации;
- на этапе формирования структуры КМ – выбор оптимальной модели представления (предлагается граф или схема) и усовершенствование сформированной КМ;
- на этапе диагностики ИОЛСО – усовершенствование методики исследования КМ субъекта обучения и подбор современных методов для реализации автоматизированной диагностики значений параметров, входящих в основу КМ;
- на этапе адаптивного обучения – модернизация алгоритмов и процедур в основе структуры процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов;
- на этапе тестирования УОЗО – модернизация алгоритма обработки апостериорных результатов тестирования, выбор вида шкалы и функции оценивания для реализации автоматизированного тестирования посредством основного ДМ, а также подбор аналитических коэффициентов для оценки состояния испытуемого и качества используемого теста.

На основании проведенного исследования сформируем выводы по первой главе:

1. Уровень развития современных ИКТ обуславливает возможность их практического использования в сфере образования для реализации принципа индивидуально-ориентированного обучения в автоматизированной ИОС.
2. Выделены приоритетные направления развития системы образования на современном этапе согласно потребностям информационного общества.
3. Информатизация учреждений системы образования и внедрение средств автоматизации процесса обучения инициирует рассмотрение широкого круга вопросов и решения задач в рамках различных отраслей научного знания.
4. Социальные потребности в постиндустриальном обществе актуализируют пересмотр некоторых положений и классических основ, которые используются при создании автоматизированных ИОС в современных ОУч.
5. Темпы развития ИКТ и реализуемые на их основе средства автоматизации опережают возможности их практического использования в основе ИОС, обуславливая необходимость проведения дополнительных исследований.
6. На современном этапе развития науки и технологии обуславливается техническая возможность реализации компонентов ИОС и средств АДО с архитектурой нового поколения, позволяя достичь максимальной индивидуальной ориентации и адаптации автоматизированного процесса формирования знаний контингента обучаемых за счет учета различных ИОЛСО и УОЗО.
7. Рассмотрена структура ИОС АДО и сущность ИКТ в образовании, а также выделены основные компоненты (технический, программный, организационный и методический), связанные с технологическим процессом обучения.
8. Обоснованы назначение, потенциальные возможности автоматизированных средств обучения и пути повышения эффективности ИОС при внедрении ИКТ.
9. Выделены основные этапы развития АОС на основе ИКТ, а также виды и задачи автоматизированных средств обучения, обеспечивающие повышение качества оказания образовательных услуг широкому кругу потребителей.
10. Рассмотрены сущность и основные принципы АДО, а также новые модели и технологии реализации современных адаптивных средств обучения.
11. Автоматизированные ИОС нового поколения проектируются на основе современных технологий АДО с использованием моделей и алгоритмов лично-ориентированного и адаптивного обучения, обеспечивающие возможность учета УОЗО и ИОЛСО на всех этапах формирования знаний обучаемых.
12. Анализ и оценка эффективности функционирования автоматизированной ИОС ОУч инициируют необходимость проведения комплексных исследований, направленных на разработку специальных подходов, методов и технологий, ориентированных на модернизацию организационного, технического, программного, алгоритмического и методического обеспечения при создании компонентов систем АДО, выполняющих определенные функции.

## **2. Анализ информационных технологий и теоретические основы создания информационно-образовательных сред и автоматизированных средств обучения**

Интенсификация роста разнородных потоков информации обусловленная глобализацией информационной среды инициирует выработку подходов, методов и технологий обеспечивающих повышение эффективности создания, распределения и использования информационных ресурсов, продуктов и услуг в различных сферах общественной деятельности. Многие международные организации, регламентирующие политику и стратегию развития системы образования в развитых странах мира, выдвигают новые требования к организационному, методическому, техническому и прочему обеспечению существующих и вновь созданных (новых) информационных сред ОУч, инициирующие появление инновационных подходов, методов и технологий к разработке автоматизированных средств обучения (нового поколения) и повышению уровня качества подготовки специалистов по разным специальностям.

Появляется коммуникационная среда нового поколения “The WWW” («Всемирная паутина»), позволяющая обеспечить открытый доступ различным категориям территориально распределенных потребителей к научной, технической, медицинской, образовательной и прочей информации как агрегата знаний. В учреждениях системы образования разного уровня существенно возрастает когнитивная нагрузка на субъектов образовательного процесса ввиду расширения спектра фундаментальных и прикладных областей, а также минимизации объекта и предмета исследования.

Комиссия по образовательным технологиям при международной организации “The IEEE” (“The institute of electrical and electronics engineers leaning technology task force”) подчеркивает особую актуальность разработки ИТ обучения, предлагая при этом следующие направления: автоматизированные обучающие системы (АОС), ИОС на основе виртуальной реальности, интеллектуальные и адаптивные модели, методы и средства обучения, структурирование и представление знаний, мультимедиа и гипермедиа технологии, когнитивная информатика и компьютерная графика, объектно-ориентированная парадигма и высокотехнологичные среды программирования.

Существующие проблемы системы образования и возрастающие потребности социальных субъектов инициируют реорганизацию информационных сред ОУч, усовершенствование традиционных (классических) технологий обучения с целью внедрения средств автоматизации образовательного процесса, позволяющих реализовать учет индивидуальных особенностей обучаемых и преподавателей за счет современных достижений в области новых информационных технологий.

Появляются интеллектуальные и адаптивные средства обучения в автоматизированных образовательных средах, оперирующие на основе разветвленных эвристических алгоритмов, позволяющие реализовать гибкие методы и стратегии представления информационных фрагментов по дисциплине контингенту обучаемых с учетом их уровня подготовки по базовым дисциплинам, диагностировать УОЗО и ИОЛСО.

## **2.1. Современные стандарты в области качества информационно-образовательной среды**

Сегодня существует большое количество разных стандартов, которые группируются по отношению к определенной сфере их практического использования.

Стандартизация компонентов ИОС и инструментальных программных средств обеспечивающих их реализацию на основе современных достижений в области ИКТ выступает сложной проблемой и актуальной задачей современных ОУч, учитывая динамику процесса их разработки, совершенствования и модификации.

Качество автоматизированных средств обучения на рынке образовательных услуг и программных продуктов на информационном рынке оценивается путем проверки соответствия каждой номенклатурной единицы требованиям различных стандартов. На протяжении всего жизненного цикла определенного программного продукта используются различные группы (индустриальных) стандартов, регламентирующие требуемый уровень качества в процессе его проектирования, программной реализации, эксплуатации и сопровождения. Полный технологический цикл создания и обслуживания автоматизированных средств обучения обуславливает необходимость использования широкого спектра стандартов в рамках каждого из заделов (этапов).

Потребительские предпочтения и свойства программных средств, закладываемые производителем существенно связаны с различными стандартами качества.

Нормативной базой в обеспечении качества ИОС АДО являются международные стандарты ISO серий 9000-14000, основными из которых являются:

- ISO 9001:1987 – Системы качества. Модель для обеспечения качества при проектировании и/или разработке, производстве, монтаже и обслуживании;
- ISO 9000-3:1991 – Общее руководство качеством, стандарты по обеспечению качества. Руководящие указания и нормативы по их применению;
- ISO/IEC 9126:1991 – Информационные технологии. Оценка продукции программного обеспечения. Характеристика уровня качества технологического процесса разработки и руководящие положения по их применению;
- ISO/IEC 9127:1988 – Системы обработки информации. Документация пользователя и информация на обложке пакетов программ;
- ISO/IEC TR 9294:1990 – Информационная технология. Руководящие положения по управлению документацией на программное обеспечение;
- ISO/IEC 12119:1994 – Информационные технологии.

Пакеты программ. Требования к качеству и тестированию.

В настоящее время на территории РФ используются два стандарта ISO/IEC 9126-1993 и ISO/IEC 9127-1994. Оценку качества программных средств регламентирует ГОСТ 28195-89. К основным показателям качества программных продуктов, согласно ГОСТ 28195-89, ISO/IEC 9126 и ГОСТ 28195-89 относят: надежность, простота обслуживания, производительность, удобство, эффективность, универсальность, точность, наращиваемость, автономность и интегрируемость.

Стандарт ISO/IEC 9126 определяет шесть основных характеристик для оценки качества компонентов ИОС: функциональность, надежность, удобство сопровождения, используемость, производительность и переносимость (реентерабельность).

Рассматривая производителей программного обеспечения в различных странах и регионах наблюдается вариация набора используемых стандартов и критериев оценки программных продуктов. Для оценки ИОС и компонентов систем АДО необходимо учитывать особенности организационного, технического и методического обеспечения, а также специфику использования различных ИКТ.

Создание ИОС и ее апробация в процессе реального использования многими учебными заведениями различного уровня и профиля позволяют выработать ряд стандартов на практике: структура представления данных, терминология, технологии подготовки УМК и обеспечения, технологии организации учебного процесса, система электронного документооборота и обеспечение качества обучения.

Такой подход позволяет учесть мнения широкого круга специалистов, выработать наиболее приемлемые требования для использования на практике и корпоративные стандарты качества в учреждениях системы образования РФ. Данные стандарты будут более функциональны и жизнеспособны, чем стандарты, разрабатываемые высококвалифицированными специалистами методом обсуждений в ходе заседаний на рабочих группах или иных подобных коллективных мероприятиях.

Анализ литературных источников показал, что при построении ИОС систем АДО разработчики используют следующие основные принципы и подходы:

- ориентация на методологию структурного анализа и проектирования;
- использование средств моделирования и визуальных сред программирования на основе высокоуровневых языков программирования для реализации компонентов системы АДО основанных на объектно-ориентированном подходе;
- применение модульного принципа при проектировании, реализации и сопровождении компонентов системы АДО, унификация отдельных модулей с целью их быстрой интеграции, последующей модернизации и замены;
- совершенствование пользовательских интерфейсов и разработка компонентов системы АДО с использованием принципа распределенной архитектуры, технологий “The WWW”, методов разработки структур данных в распределенных БД, инфологических схем сложных банков данных и моделей представления знаний в БЗ;
- повышение производительности информационных систем за счет внедрения современных технологий параллельных и распределенных вычислений, архитектуры «тонкий» клиент-сервер и «толстый» клиент-сервер позволяющей реализовать (территориально распределенный) информационный обмен в разных локальных и глобальных коммуникационных сетях “Ethernet” и “Internet”;
- совершенствование алгоритмического обеспечения в основе программной реализации компонентов системы АДО за счет использования эвристики и интеллектуализации вычислительных процедур обработки и обмена данных.

## **2.2. Приоритетные аспекты и направления информатизации**

К приоритетным аспектам информатизации образования сегодня относят:

- региональный аспект – включает учет территориальных особенностей функционирования ОУч, национально-этнических факторов, типов ОУч и уровней подготовки обучаемых в системе образования, экономического, технологического и прочего обеспечения нового поколения;
- социально-экономический – связан с определением роли и значения средств вычислительной техники для интенсификации производственных процессов в различных сферах социальной активности, в том числе в образовании, прогнозированием возможных социальных последствий информатизации за счет внедрения средств автоматизации, анализом стереотипных ситуаций, связанных с применением информационных и коммуникационных технологий в (не)производственной сферах деятельности (постиндустриального) общества;
- организационный аспект – создание инновационной инфраструктуры ИОС и реализация подходов к управлению процессом обучения (на расстоянии) в ОУч;
- технический аспект – включает в себя характеристику технических возможностей современных перспективных разнородных средств вычислительной техники в целях автоматизации различных технологических процессов в ОУч;
- программный аспект – прогнозирование появления новых подходов, инструментальных средств и сред программирования, обеспечивающих возможность разработки информационных образовательных технологий с учетом технических возможностей и требований предъявляемых к ИОС систем АДО;
- внедренческий аспект – рассматривает возможности и способы практического использования аппаратных средств вычислительной техники и программного обеспечения в образовательном процессе, а также обеспечивает выбор критериев для оценки целесообразности и эффективности их внедрения;
- педагогический аспект – обусловлен выявлением требований и условий способствующих реализации важнейших целевых установок при использовании информационных технологий и средств автоматизации для повышения эффективности процессов сопутствующих образовательной деятельности;
- физиологический аспект – исследует закономерности сенсорного восприятия информации зрительной и слуховой сенсорными системами обучаемого, отображаемой средствами обучения в автоматизированной образовательной среде;
- психологический аспект – раскрывает особенности обработки разнотипных образовательных воздействий психологическим конструктом головного мозга;
- лингвистический аспект – акцентирует внимание на специфике понимания содержания информационных фрагментов по совокупности дисциплин;
- философский аспект – включает в себя рассмотрение особенностей информационного взаимодействия субъектов и средств обучения в информационно-образовательной среде с точки зрения системы научных знаний.

### **2.3. Основные принципы автоматизированного обучения**

Результаты теоретических и научно-практических исследований многих специалистов подчеркивают необходимость исследования информационного взаимодействия между субъектами и средствами обучения в ИОС, поиска путей повышения эффективности функционирования систем АДО, а также создания оптимальных условий для обеспечения формирования знаний и развития личности обучаемых.

Специфика АДО предполагает организацию информационного взаимодействия субъектов обучения посредством средств обучения в автоматизированной ИОС, важное значение имеет личная инициатива обучаемых, поскольку приоритет отдается СР по индивидуальным программам с возможностью модификации образовательной траектории, а также открывается возможность апробации инновационных алгоритмов, моделей, методик и технологий представления разнородных информационных фрагментов по совокупности изучаемых дисциплин (предметов изучения) в определенном ОУч.

Среди множества организационных, методических, технических, педагогических и психологических принципов выделяют: адаптивность, гибкость, управляемость, личностная ориентация и комплексность, которые характерны не только для традиционного образования, а также приобретают актуальность в рамках АДО.

Набор принципов ранжируется и подразделяется на ряд блоков, каждый из которых включает несколько уровней согласно приоритетным целям, проблемам, задачам, особенностям выработки подходов, алгоритмов и механизмов решения.

Социально-педагогические принципы – регламентируются государственной политикой в области информатизации сферы образования и включают: системность, непрерывность, региональность, народность, историзм, адаптивность, доступность, открытость, унификация, научность, стандартизация и фундаментальность.

Психологические принципы – развитие личности в процессе АДО, включают: эргономичность, социализация, развитие личности, индивидуализация и комплексность.

Организационно-технологические принципы – отражают особенности организации инновационной ИОС и технологии процесса обучения (на расстоянии) в ОУч, включают: целенаправленность, управляемость, наблюдаемость и обратная связь.

Наибольший эффект при разработке средств обучения в основе традиционных и автоматизированных ИОС достигается когда принципы работают как единая система.

Выделяется ряд частных принципов, характерных только для АДО, к которым относятся следующие: открытость, территориальная распределенность, целесообразность, личная инициатива и интерактивность взаимодействия, проектирование учебно-познавательной деятельности, самостоятельность усвоения знаний, адаптивность, комплексность и экономическая эффективность. На основе системы принципов решается комплекс общих и частных задач создания ИОС.

В данной работе предлагается создание среды автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе БПКМ и ТКМ для ее анализа, обеспечивающие повышение эффективности формирования знаний обучаемого на основе ИОЛСО.

Автоматизированное обучение позволяет предоставлять дистанционный доступ к совокупности образовательных ресурсов, предполагает использование средств вычислительной техники, рассматривается как обучение на расстоянии и строится на определенных теоретических положениях, принципах и видах обеспечения (организационное, технологическое, техническое, методическое и прочее).

Первый уровень образуют социально-педагогические принципы – регламентируются государственной политикой в области информатизации образования:

- принцип системности – анализ и синтез компонентов системы образования, обеспечивающих формирование комплекса научных знаний и эффективное управление всеми ее звеньями для достижения требуемого уровня качества;
- принцип непрерывности – обеспечение целенаправленного получения и совершенствования знаний, умений и навыков в течение всей жизни обучаемых, создание условий для перехода с одного уровня образования на другой;
- принцип территориальности – учет региональных особенностей, в которых функционируют учреждения системы образования: расположение, национально-этнические факторы, типы и уровни ОУч;
- принцип народности и историзма – ориентация на самобытность и историзм в ходе развития национальной системы образования, ее корни и традиции;
- принцип демократизации – предоставление потребителям образовательных услуг набора прав и свобод при выборе формы и направления обучения;
- принцип доступности – обеспечение обучаемым открытого, но индивидуального по содержанию и объему доступа к различным ресурсам ИОС;
- принцип научности и стандартизации – разработка содержания образовательных программ адекватно современным достижениям науки и требованиям представленным в «Государственных образовательных стандартах»;
- принцип унификации – реализация универсальных и быстро развертываемых компонентов ИОС системы АДО отвечающих современным требованиям.

Второй уровень составляют психологические принципы – комплексное развитие личности в процессе обучения с использованием технологий АДО:

- принцип эргономичности – ориентироваться на уровень развития способностей, ИОЛСО и УОЗО для обеспечения комфортности и охраны здоровья;
- принцип развития личности – реализовать комплекс мероприятий для создания условий, обеспечивающих физическое, психическое и прочее развитие;
- принцип социализации – учитывать потребности, интересы и свойства личности обучаемого, выявлять факторы ИОС, оказывающие негативное влияние на него;
- принцип индивидуализации – ориентироваться на совокупность ИОЛСО для повышения эффективности процесса обучения при работе обучаемого с содержанием информационных ресурсов посредством традиционных и ИТ;
- принцип комплексности – обеспечить комплексность развития личности за счет использования достижений системы научных знаний из различных отраслей.

Третий уровень образуют организационно-технологические принципы:

- принцип целенаправленности – организовать процесс формирования знаний исходя из особенностей деятельности субъектов обучения, создать условия реализации их интересов, способов и стратегий достижения целей обучения;
- принцип управляемости – реализовать возможность контроля за процессом обучения в соответствии с определенным законом и алгоритмом управления, обеспечить возможность квазидинамического измерения и обновления состояния обучаемого, включая УОЗО (результативность обучения) и ИОЛСО;
- принцип наблюдаемости – разработать аппаратные и программные средства, обеспечивающие гибкий и удобный мониторинг за учебным процессом и динамикой изменения состояния обучаемого в автоматизированной ИОС;
- принцип обратной связи – обеспечить возможность анализа выполненных операций на совокупности этапов образовательного процесса по определенной образовательной траектории и оценка их влияния на повышение УОЗО.

К частным принципам дистанционного обучения относятся следующие:

- принцип открытости – реализовать процесс формирования знаний обучаемых в ИОС посредством использования автоматизированных средств обучения, обеспечивающих открытый доступ к совокупности информационных ресурсов;
- принцип территориальной распределенности – современные системы АДО представляют собой распределенные информационные системы, содержащие банки знаний по предметным областям, компоненты которых могут располагаться в различных местах планеты и выполнять различные функции и задачи;
- принцип целесообразности – расширение сферы практического использования систем АДО для решения различных дидактических задач с целью повышения эффективности формирования знаний и развития личности обучаемых;
- принцип личной инициативы и интерактивности взаимодействия – создание интерфейсов нового типа и условий для проявления постоянного познавательного интереса обучаемых, формирование потребностей к получению знаний;
- принцип проектирования учебно-познавательной деятельности – к процессу создания модели преподавания и ее применение необходимо подходить как к средству сознательной и активной деятельности участников АДО;
- принцип самостоятельности усвоения знаний – создание оптимальных условий для самостоятельного формирования знаний, умений и навыков обучаемым в контексте их использования в будущей профессиональной деятельности;
- принцип адаптивности – организация процесса формирования знаний обучаемых с использованием адаптивных моделей на основе ИОЛСО и УОЗО;
- принцип комплексности и экономической эффективности – всесторонний учет специфики всех компонентов системы АДО и требований потребителей для повышения рентабельности предоставления образовательных услуг.

## **2.4. Этапы развития автоматизированных средств и сред обучения**

Мировая практика использования современных образовательных ИТ в основе автоматизированных ИОС позволяет выделить ряд этапов в ходе их развития.

1<sup>ый</sup> этап (60<sup>е</sup> годы). *Специализированные пакеты обучающих программ* – АОС, позволяющие создавать компьютерные курсы (КК) в ИОС. В системах данного вида определение методики, содержания и типов ОВ делегируется преподавателю, а процесс обучения и оценка успеваемости реализуется средствами ИОС.

2<sup>ой</sup> этап (70<sup>е</sup> годы). *Интеллектуальные и разветвленные АОС.* В этот период основные усилия теоретиков АДО направлены на создание моделей обучения на основе достижений инженерии знаний. Активно развиваются подходы и методы представления знаний, разработанные в области искусственного интеллекта. В значительной мере развиваются модели представления знаний, выбор и создание которых связывают с проблематикой сбора и структурирования учебного материала, а также оптимизацией организации технологического процесса обучения. Одна из основных задач дидактического программирования – синтез целенаправленной системы оптимального управления учебными операциями, при выполнении которых состояние знаний и умений обучаемого приближается к требуемым. В настоящее время сохраняется актуальность решения перечисленных проблем многими специалистами.

3<sup>ий</sup> этап (80<sup>е</sup> годы). *Развитие инженерии знаний и инструментальных средств создания АОС.* Проводятся глубокие научные исследования в ряде областей: моделирование рассуждений и объяснений для реализации АОС, разработка интеллектуальных технологий структурирования и представления знаний по предметным областям, создание стратегий обучения и методов оценки УОЗО. Наблюдается тенденция к разработке и внедрению интегрированных образовательных сред, позволяющих использовать информационные ресурсы с разнотипной информацией (тексты, аудио-записи, схемы и изображения), включающих аналитические и имитационные модели изучаемых объектов и процессов, БД и экспертных знаний, системы имитационного моделирования и поддержки принятия решений, позволяющие выполнять разные расчеты: научные, инженерно-технические, экономические, медицинские и прочие.

Развиваются работы в области психофизиологии восприятия, когнитивной психологии и прикладной лингвистики, когнитивной компьютерной графики и представления знаний. Компьютерная анимации в обучающих программах способствует развитию конвергентных и дивергентных интеллектуальных способностей, поскольку активизирует ассоциативное, плоскостное и объемное мышление, селективность процесса когнитивной активности психики, что позволяет внедрять методы коррекции.

4<sup>ый</sup> этап (90<sup>е</sup> годы). *Появление компьютеров и АОС нового поколения, оптоволоконных каналов связи, внедрение и развитие мультимедиа, гипермедиа и коммуникационных технологий.* Изменения в современной архитектуре информационных систем и технологиях реализации hardware, software and brainware позволяют реализовать АОС нового поколения.

## 2.5. Особенности организации информационно-образовательной среды автоматизированного обучения на расстоянии

Особенности структуры ИОС тесно связаны с уровнем ОУч в системе образования, соответствием его организационного, технического и методического обеспечения разнородным международным стандартам и различным современным требованиям органов регламентирующих развитие системы образования страны или региона.

Сегодня наблюдаются процессы интеграции международных и региональных информационных сред ОУч направленные на создание единого образовательного пространства, которое обеспечивает доступ пользователей к совокупности информационных ресурсов и позволяет оказывать дифференцированный набор образовательных услуг.

Обобщенная топологическая структура единой ИОС системы АДО (рис. 2.1) связана с особенностями организации и функционирования определенных ОУч различного типа независимо от их положения в системе образования (табл. 2.1).

Таблица 2.1

### Виды, формы участия и характерные признаки учреждений

№	Наименование	Описание
1.	Базовое образовательное учреждение или центр обучения (БОУ <sub>ij</sub> )	ОУч, осуществляющее процесс обучения (на расстоянии) по своим учебным планам и рабочим программам или отдельным учебным курсам (программам) с выдачей документа об образовании от своего имени, имеющее потенциальную возможность создания определенного виртуального представительства
2.	Региональное представительство БОУ (РП <sub>ij</sub> ) или учебный центр (РУЦ <sub>ij</sub> )	ОУч, имеющее сертификат РП или РУЦ БОУ и сертифицированных им преподавателей-консультантов (тьюторов), технический персонал, организующее учебный процесс по его методикам, выдавая документ об образовании от его имени
3.	Территориальный пункт доступа к информационным ресурсам (ТПД <sub>ij</sub> )	Организация, имеющая сертификат ТПД БОУ, обеспечивающая потребителям образовательных услуг возможность обучения на расстоянии посредством доступа к информационным ресурсам через сеть "Internet", но не выполняющая никаких образовательных функций. Роль ТПД вполне может выполнять библиотека, школа с классами ПЭВМ и возможностью доступа к сети "Internet"
4.	Консалтинговый центр (КЦ <sub>ij</sub> )	Организация, обеспечивающая консультационные услуги по потенциальному использованию аппаратного и программного обеспечения ИОС системы АДО. Занимается внедрением новых технологий, реализацией и тестированием программного обеспечения, развитием и расширением региональных ИОС, (пере)подготовкой технического персонала, эксплуатирующего распределенную ИОС
5.	Виртуальное представительство (ВП <sub>ij</sub> )	Программный комплекс в ИОС обеспечивающей цикл обучения на расстоянии, функционирующий для реализации возможности доступа к информационным ресурсам и услугам БОУ или его представительства посредством ИКТ

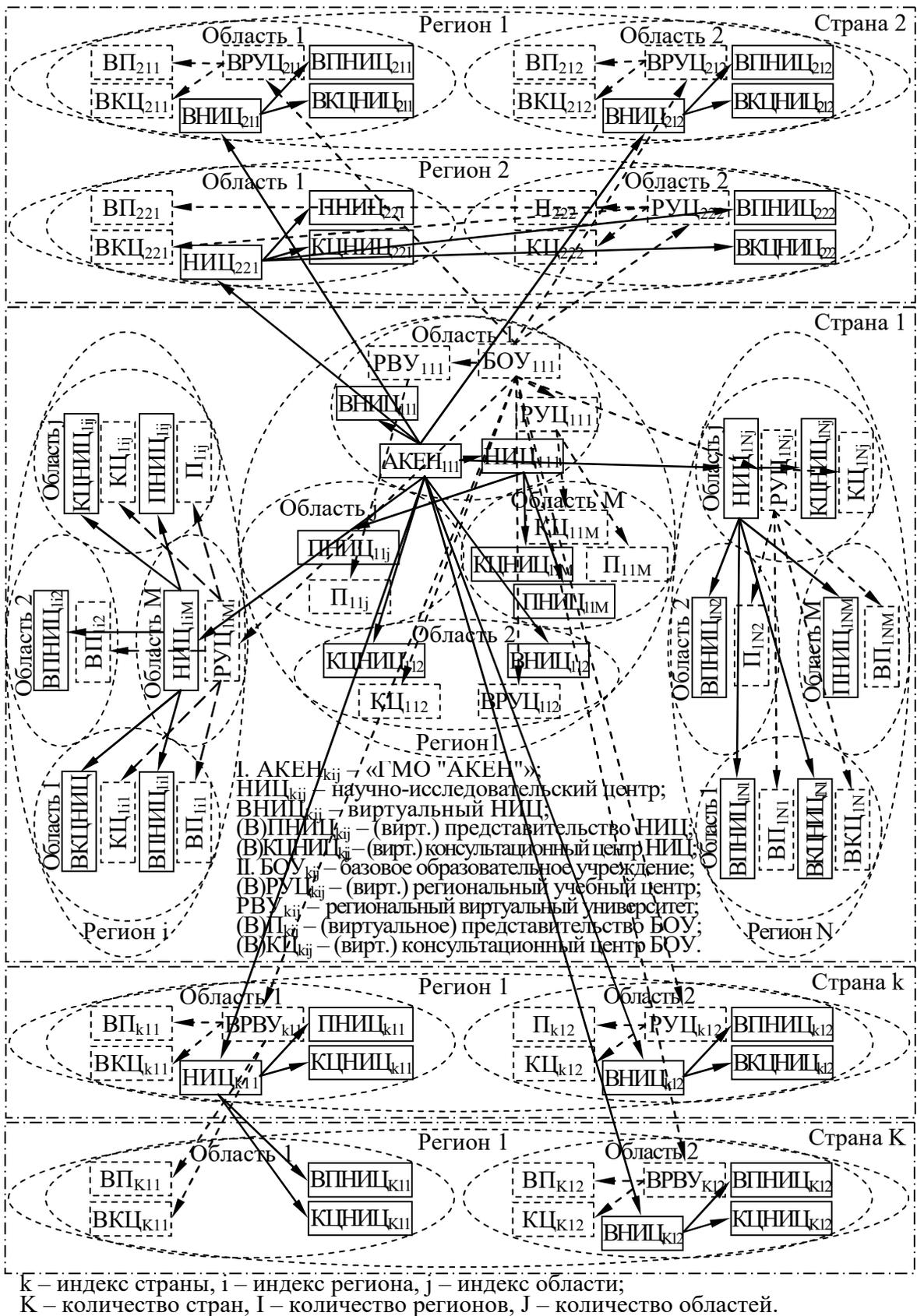


Рис. 2.1. Топологическая схема интегрированного международного научного кластера (научно-исследовательские центры и информационные центры автоматизированного обучения (на расстоянии) в нескольких географических регионах): на примере информационно-образовательной и научной среды «ГМО "АКЕН"»

Особенности организационной структуры определенного ОУч зависят от его уровня в системе образования, профиля подготавливаемых специалистов и набора предоставляемых образовательных услуг контингенту потребителей.

Организационная структура определенного базового ОУч (его регионального представительства) включает совокупность подразделений ковариантно направлениям образовательной деятельности (рис. 2.2), которые обеспечивают поддержку традиционных форм обучения (на расстоянии), а также предоставляют дифференцированному разнородному контингенту обучаемых потенциальную возможность воспользоваться различными услугами системы АДО.

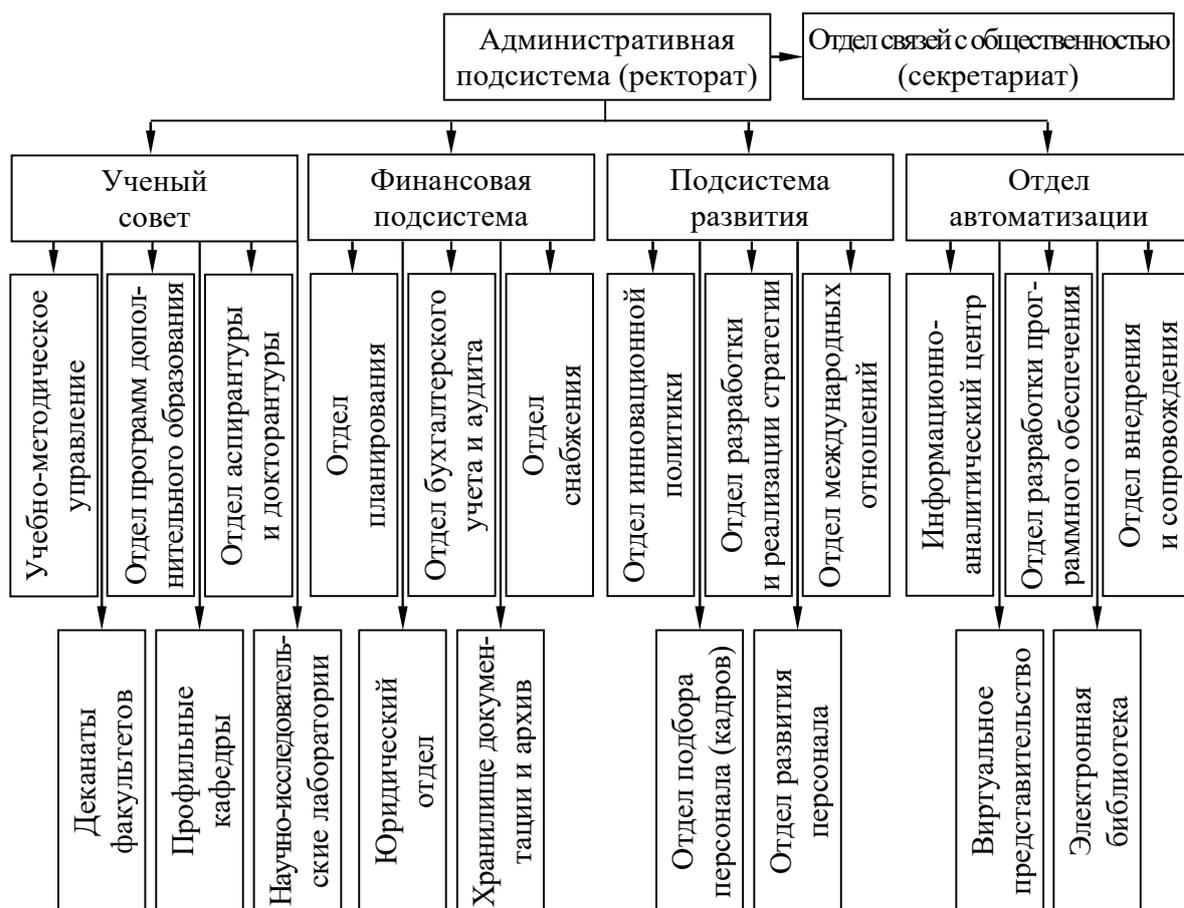


Рис. 2.2. Структурно-функциональная схема

базового образовательного учреждения или его виртуального представительства

Отдел аспирантуры и докторантуры – осуществляет ведение дел аспирантов и соискателей желающих получить ученые степени кандидата и доктора наук.

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

Отдел разработки программного обеспечения – разрабатывает архитектуру и 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 информационных ресурсов.

### **2.5.1. Отличительные особенности информационно-образовательной среды системы автоматизированного обучения**

Отличительными особенностями ИОС системы АДО выступают следующие:

- процесс формирования знаний обучаемых происходит в ИОС системы АДО, поддержка функционирования которой достигается посредством различных средств обучения (компонентов), реализующих определенные функции;
- коммуникативная ограниченность в силу опосредованности дуплексного информационного взаимодействия между субъектами и средствами обучения;
- необходимость поддержки АРМ всех субъектов ИОС в работоспособном состоянии (техническое обслуживание аппаратного и программного обеспечения);
- неоднородный контингент пользователей с различным уровнем владения программными средствами вычислительной техники, используемыми в ИОС и реализованными с использованием современных достижений ИКТ;
- широкая номенклатура и назначение аппаратного и программного обеспечения, обеспечивающего функционирование разнородных компонентов системы АДО;
- существенное увеличение количества субъектов ИОС обуславливает высокую нагрузку на соответствующие АРМ и локальную вычислительную сеть.

Современное состояние ИКТ предъявляет новые требования к образовательным технологиям, содержанию учебных курсов и средствам автоматизации процессов сопутствующих деятельности разнородных ОУч разного уровня.

Вопрос предварительной подготовки, переподготовки и повышения квалификации обслуживающего персонала, в частности кураторов занятий в учебных группах и компьютерных классах требует развития навыков владения ПЭВМ для использования минимально необходимого набора программного обеспечения достаточного для поддержки определенного образовательного процесса, а также обеспечение формирования этических норм необходимых для нормальной работы в локальных и глобальных вычислительных сетях адекватно уровню информационной культуры.

Обучаемого требуется подготовить к овладению современными средствами обработки информации, быстрому восприятию больших объемов информации адекватно индивидуальным особенностям восприятия, обработки и понимания ее содержания. Данная проблематика накладывает определенные ограничения к организации и технологии процесса обучения в аудитории оборудованной средствами ИТ.

Инновационные подходы ориентированы на организацию АРМ на основе технологий индивидуально-ориентированного обучения и предполагают работу пользователей разных категорий адекватно условиям, целям и решаемым ими задачам.

АРМ ИОС АДО (рис. 2.3) обеспечивают работу пользователей различных категорий, выступающих административным и обслуживающим персоналом, а также потребителями образовательных услуг: сотрудники ректората, деканатов и кафедр; читатели электронной библиотеки; преподаватели; обучаемые и абитуриенты. Каждое АРМ содержит ПЭВМ и набор программного обеспечения для работы.

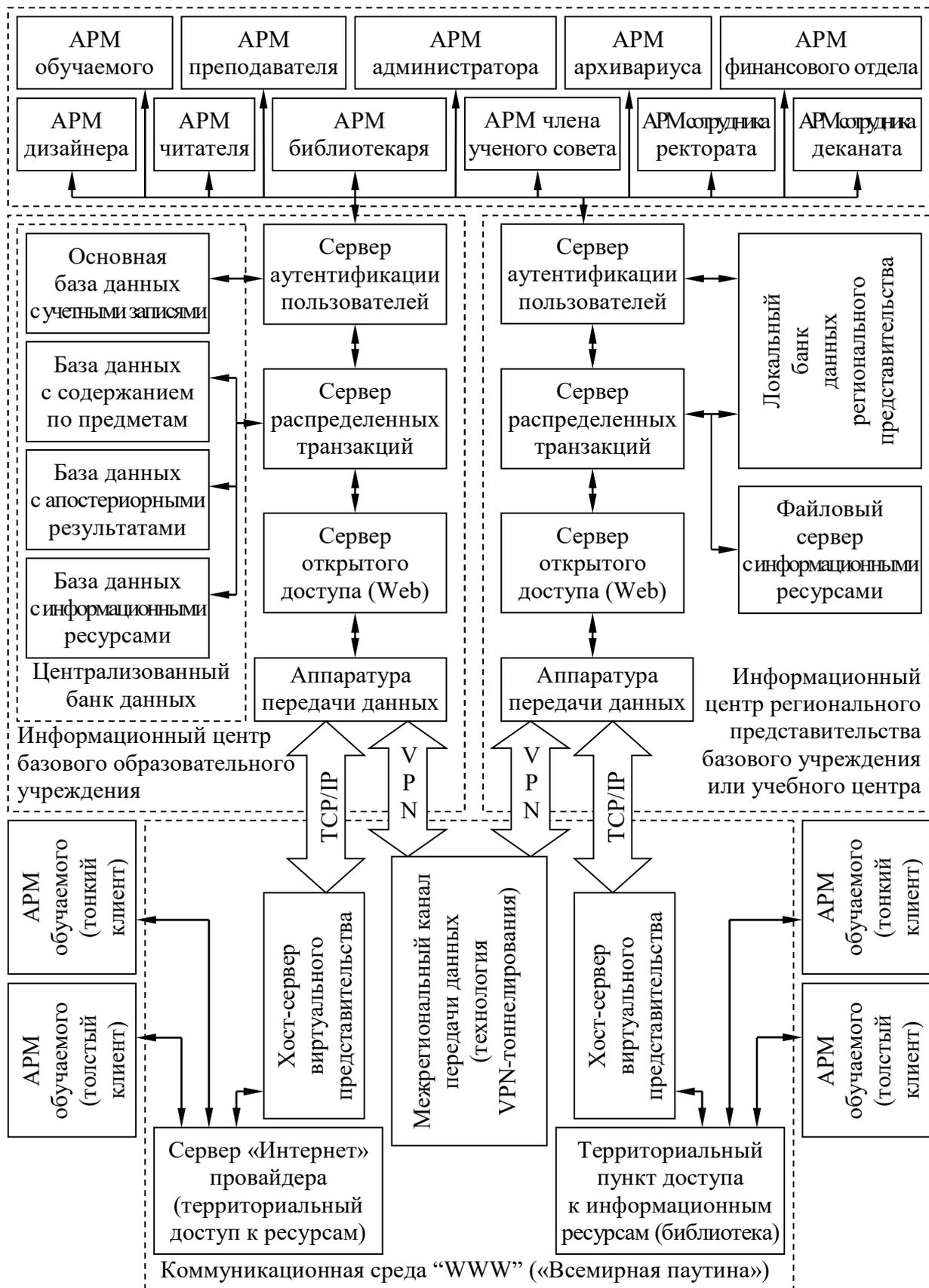


Рис. 2.3. Типовая схема взаимодействия информационного центра образовательного учреждения и автоматизированных рабочих мест субъектов обучения  
Территориально распределенные АРМ субъектов ИОС АДО взаимодействуют с определенным информационным центром ОУч посредством использования сети «Internet».

Типовая ИОС определенного ОУч включает множество АРМ (рис. 2.4).

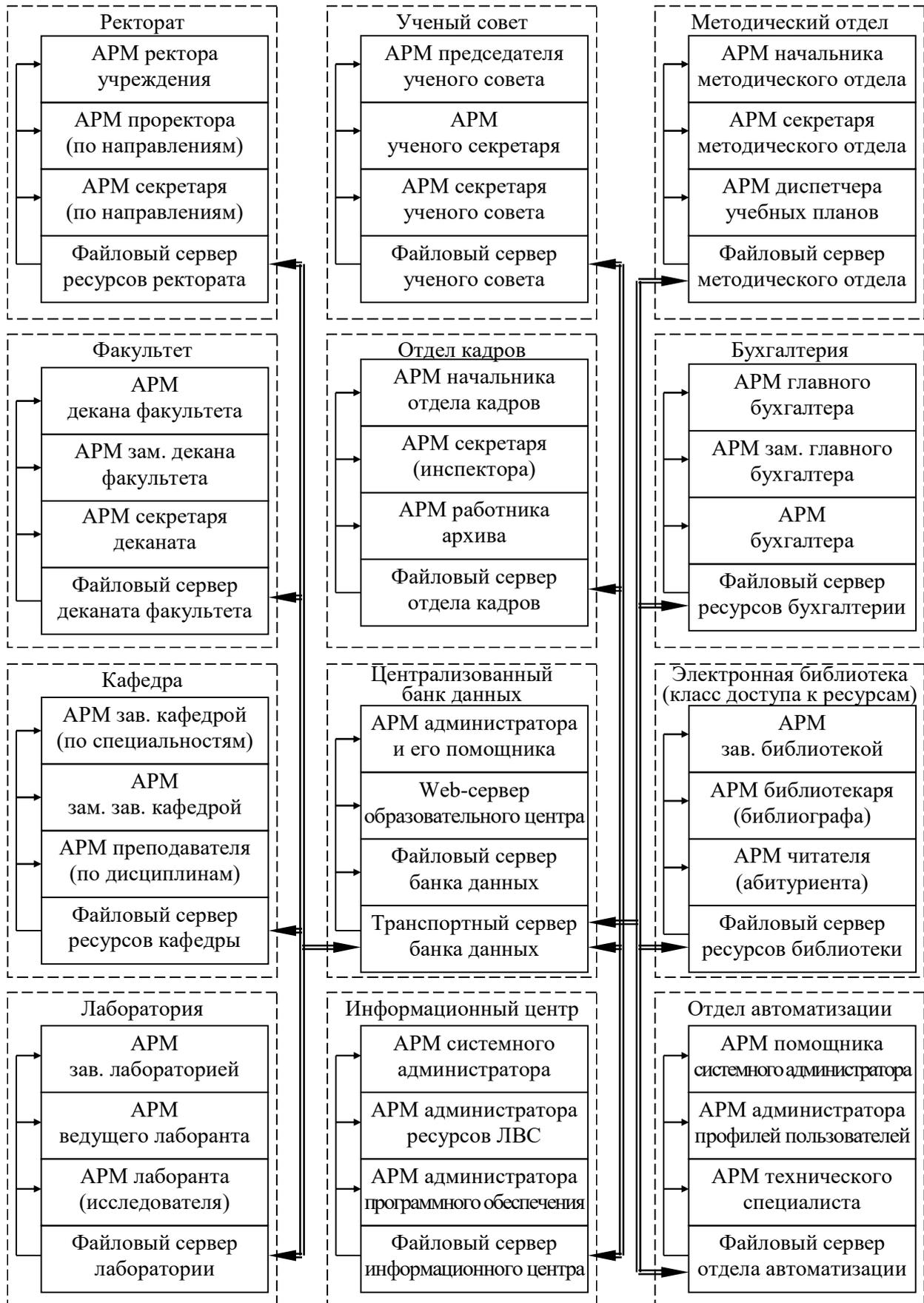


Рис. 2.4. Автоматизированные рабочие места субъектов информационной среды образовательного учреждения

Эксплуатация АРМ субъектов ИОС использующих различные автоматизированные средства обучения инициирует возникновение ряда проблем:

1. Наличие ЛВС обуславливает возникновение ряда достоинств, недостатков и ограничений при передаче аудио-видео информации различного типа:
  - позволяет совместно использовать ресурсы ЛВС на нескольких АРМ со средствами обучения для демонстрации набора функций какой-либо программы;
  - реализует дистанционную возможность оказания персональной помощи со стороны тьютора, исключает необходимость перехода преподавателя на АРМ обучаемого и выдачу объяснения обучаемому непосредственно на его АРМ;
  - обеспечивает передачу изображения с экрана преподавателя на мониторы обучаемых, позволяя предъявлять материал с использованием компьютера и осуществлять демонстрацию при работе с программами (“NetOp School”);
  - трансляция содержимого экрана АРМ обучаемого на экран компьютера преподавателя с возможностью удаленного управления посредством клавиатуры и манипуляторов, позволяя преподавателю работать индивидуально с каждым обучаемым, не покидая своего АРМ (“Remote Administrator”).
2. Операционные системы для реализации среды программного окружения, обеспечивающей выполнение программ пользователей различных категорий:
  - сетевые операционные системы (“Microsoft Windows 2000 Server” и “Linux”) – комплекс конфигурируемого программного обеспечения позволяющего реализовать информационный обмен между АРМ пользователей и обеспечить доступ к ресурсам ЛВС посредством разнотипной аппаратуры передачи данных;
  - операционные системы для реализации файловых серверов (“Microsoft Windows 2000 Advanced Server / 2003 Server”) – разновидность сетевых операционных систем предусматривающих балансировку сетевой нагрузки и распределенных транзакций инициированных АРМ конечных пользователей входящих в данную ЛВС, впоследствии подлежащих обработке программным обеспечением сервера;
  - операционные системы реального времени (“QNX” и “Unix”) – комплекс программного обеспечения удовлетворяющего стандарту “POSIX”, установленного на определенном компьютере для реализации выполнения программного обеспечения пользователя в режиме жесткого и мягкого реального времени;
  - специальные операционные системы (“Motorola” и “B&R”) – программное обеспечение, предназначенное для установки на контроллеры, оперирующие по принципу супервизорного, распределенного и локального управления, выполняя функции мониторинга и обработки данных полученных по каналу передачи информации посредством датчиков, интерфейсов и сетевых адаптеров;
  - операционные системы для широкого круга пользователей (“Microsoft Windows 2000 / XP / Vista”) – интегрированная совокупность программных модулей (невыгружаемые и выгружаемые компоненты ядра), поддерживающая период исполнения программного обеспечения для обычных пользователей.

3. Оболочки и файловые менеджеры для различных операционных систем:
  - оболочки операционных систем с командным интерфейсом пользователя (“Symantec Norton Commander”, “Volkov Commander”, “DOS Navigator” и “Far”);
  - менеджеры файловой системы операционных систем с графическим интерфейсом пользователя (“Windows Commander” и “Total Commander”).
4. Программное обеспечение прикладного назначения, предназначенное для решения дополнительных задач пользователей и сервисного обслуживания системы:
  - пакеты прикладных программ для автоматизации документооборота;
    - текстовые редакторы (“Microsoft Word”);
    - системы электронных таблиц (“Microsoft Excel”);
    - системы управления БД (“Microsoft Access”);
    - конструкторы презентаций (“Microsoft Power Point”);
    - интегрированные издательские системы (“Microsoft Publisher”);
    - почтовые системы доставки электронных писем (“Microsoft Outlook”);
    - интегрированные среды разработки Web-ресурсов (“Microsoft Front Page”);
  - пакеты прикладных программ для автоматизированного перевода текста;
    - комплексные системы перевода текста (“Prompt”);
    - системы автоматизации перевода текста (“Socrat”);
    - электронные словари (“Translate It” и “Lingvo Dictionary”);
    - системы перевода информационных Web-ресурсов («ОРФО» и “Prompt”);
  - пакеты прикладных программ для автоматизации конструирования, математического моделирования, математических и инженерных расчетов;
    - система автоматизации процесса проектирования и разработки чертежей сложных инженерных объектов и сооружений (“Mathsoft Autocad / Archicad”);
    - система поддержки аналитически-численных расчетов (“Mathsoft Mathcad”);
    - пакеты для моделирования и инженерных расчетов (“Mathsoft Mathlab”);
    - пакеты для статистической обработки апостериорных данных (“SPSS”);
    - графические пакеты формирования изображений с использованием технологий растровой и векторной графики (“Adobe Photoshop” и “Corel Draw”);
  - пакеты прикладных программ для автоматизации процесса создания мультимедиа роликов и обработки аудио- и видео-поточков;
    - аудио- и видео-редакторы (“Sonic Sound Forge” и “Adobe Premier”);
    - программные среды для разработки динамических изображений (“Macromedia Dreamwaver” и “Macromedia Flash”);
  - пакеты прикладных программ для сканирования уровня безопасности информационных систем;
    - сканеры уровня безопасности (“Shadow Security Scanner”, “NetQ Security Analyzer” и “McAfee Sniffer Reporter”);
    - сетевые сканеры безопасности (“Retina Network Security Scanner”);
    - средства борьбы со спамом (“Spam Reporter” и “McAfee Spam Killer”);

- пакеты прикладных программ для обеспечения информационной безопасности и снижения вирусной опасности;
    - комплексные системы безопасности (“Zone Alarm Security Suite”, “Trend Micro PC-Cillin”, “McAfee Internet Security” и “F-Secure Internet Security”);
    - сетевые экраны (“Outpost Firewall Pro”, “Zone Alarm Pro” и “Symantec Firewall”);
    - программное обеспечение для криптографического кодирования (“Encryption Plus Folder”, “F-Secure File Crypt” и “Encryption Plus Hard Disc”);
    - антивирусные программы (“Kaspersky Antivirus” и “Norton Antivirus”).
5. Пакеты сервисных программ и утилит предназначенных для оптимизации операционной системы и файловой системы, а также обслуживания компьютера:
- пакеты сервисных программ, предназначенные для обслуживания и диагностики аппаратного и программного обеспечения на АРМ пользователей;
    - системы комплексной защиты, диагностики (тестирования) и обслуживания компьютера (“Symantec Norton System Works”);
    - пакеты программ для сканирования и дефрагментации файловой системы и восстановления удаленных данных (“Symantec Norton Utilities”);
    - процедура восстановления поврежденного программного обеспечения и данных (“Symantec Norton Ghost / GoBack Enterprise”);
    - процедура резервного копирования данных (“Symantec Norton Backup Pro”);
    - средства дефрагментации файловой системы (“Defrag Pro”);
    - средства восстановления поврежденной файловой системы и данных (“On Track Easy Recovery” и “Zero Assumption Recovery”);
  - пакеты утилит, предназначенных для конфигурирования и обслуживания операционной системы, файловой системы и данных конечного пользователя;
    - программы сканирования поверхности оптических дисков для лазерных накопителей информации (“Scan CD” и “Scan DVD”);
    - программы для оптимизации структуры и редактирования реестра (“Active registry monitor”, “Advanced registry optimizer”, “Registry editor” и “Registry vac”);
    - программы диагностики аппаратного обеспечения компьютера (“Sisoft Sandra Delux”, “Memory Diagnostics” и “Dr. Hardware”);
    - программы для разметки разнородных накопителей информации на жестких магнитных и электронных дисках (“Fdisc” и “Power Quest Partition Magic”);
    - архиваторы (“Winrar”, “Winzip”, “Winarj”, “Tar”, “Gzip” и “7zip”);
    - мультимедиа драйверы и библиотеки дополнительных драйверов (“Microsoft Direct X”, “Indeo” и “Fraunhofer”);
    - конфигураторы расширенных функций операционной системы (“Microsoft Plus”, “Microsoft Tum Up”, “Ashampoo Win Optimizer”, “PC Booster” и “Win Boost”).
6. Средства разработки и реализации программного обеспечения:
- среды программирования на языках высокого уровня (“Borland C++ Builder” и “ASP.Net”);
  - средства разработки архитектур и системы управления БД (“SQL Server”).

Современные системы АДО реализуются на основе технологически наращиваемых порталов (рис. 2.5), размещенных на Web-серверах, позволяющих предоставить открытый доступ к информационным ресурсам образовательного центра.

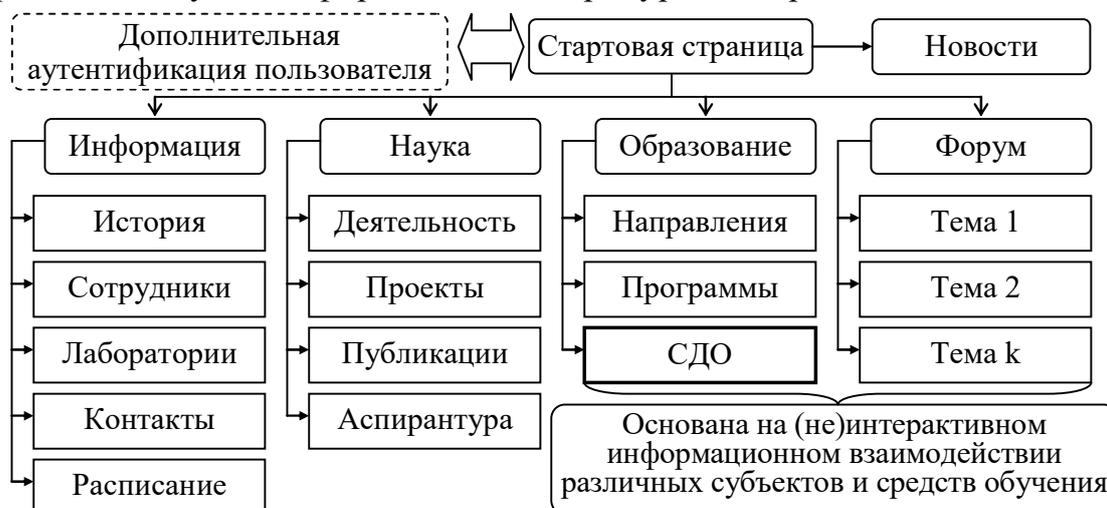


Рис. 2.5. Структура информационно-образовательного портала образовательного центра

Сервер открытого доступа обеспечивает обработку запросов внешних потребителей разнородных информационных ресурсов, предоставляемых базовым ОУч, его определенным виртуальным или региональным представительством.

Непосредственно после загрузки стартовой страницы при работе с образовательным порталом обеспечивается возможность просмотра различных разделов:

1. Раздел «Информация» позволяет читателю получить разнородные сведения, которые относятся к истории ОУч, его сотрудникам, лабораториям, контактам и позволяют субъектам обучения ознакомиться с расписанием занятий:
  - модуль «История» – содержит описание особенностей создания и развития, а также значительные (ключевые) даты в истории существования ОУч;
  - модуль «Сотрудники» – включает разнородную информацию (сведения) о профессорско-преподавательском составе различных подразделений ОУч;
  - модуль «Лаборатории» – перечислен перечень разнородных научно-исследовательских лабораторий, род и направления их деятельности;
  - модуль «Контакты» – позволяет реализовать обратную связь между сотрудниками и потребителями образовательных услуг;
  - модуль «Расписание» – содержит расписание лекций, практических занятий и плановых мероприятий в образовательном центре.
2. Раздел «Наука» содержит данные о текущей научной деятельности, перечень проектов и опубликованных работ, а также обеспечивает возможность ознакомления с условиями обучения в аспирантуре и перечнем специальностей.
3. Раздел «Образование» содержит перечень направлений, специальностей и образовательных программ по которым ведется подготовка.
4. Раздел «Форум» позволяет проводить обсуждение различных тем, относящихся к подготовке разнородного контингента обучаемых.

## 2.5.2. Субъекты информационно-образовательной среды автоматизированного обучения

Субъекты ИОС выступают в роли разнородных внешних и внутренних источников и потребителей информации различного назначения, занимают разное положение в организационной структуре ОУч или его представительства и выполняют различные функции и задачи, в том числе в системе АДО (рис. 2.6).



Рис. 2.6. Субъекты информационно-образовательной среды

Субъекты ИОС работают с различными компонентами системы АДО в базовом ОУч или его территориально распределенных подразделениях: региональное представительство или учебный центр, территориальный пункт доступа, консультационный центр или виртуальное представительство в сети “Internet”.

По выполняемым функциям субъекты ИОС системы АДО дифференцируются на группы: источники информации (табл. 2.2) и потребители информации (табл. 2.3), административно-управленческий, обслуживающий (табл. 2.4) и технический персонал (табл. 2.5).

Таблица 2.2

**Источники информации (агрегата знаний по предметам изучения)**

№	Наименование	Описание
1.	Автор курса (преподаватель)	Проводит разработку учебно-методических и информационных ресурсов, используемых БОУ в учебном процессе через ВП, или предоставляемых читателям через электронную библиотеку ВП
2.	Тьютор-преподаватель базового учебного заведения	Преподаватель БОУ, обеспечивающий поддержку сетевого учебного процесса или очные занятия
3.	Тьютор-консультант регионального представительства БОУ	Сертифицированное лицо БОУ, имеющее право вести занятия (консультации) по программам, методикам и технологиям заданным БОУ, в рамках дисциплин, определяемых сертификатами

Таблица 2.3

**Потребители информации (информационных ресурсов)**

№	Наименование	Описание
1.	Абитуриент (гость)	Получает ограниченный доступ для ознакомления с возможностями ИОС: перечень направлений и специальностей, требования к абитуриентам и условия предоставления набора образовательных услуг, краткое техническое описание функций различных компонентов системы АДО
2.	Обучаемый (студент или учащийся) очной или заочной формы обучения	Участует в процессе автоматизированного обучения, реализуемом посредством использования традиционных и информационных технологий, возможен доступ к информационным ресурсам и услугам в ИОС определенного БОУ или его распределенных подразделениях по методикам, учебным планам и на условиях БОУ: обучение ведется на основании договора между обучаемыми (студентами) и БОУ
3.	Обучаемый заочной или дистанционной формы обучения	Проходит обучение в БОУ, его распределенных подразделениях или через ВП посредством аппаратного и программного обеспечения системы АДО позволяющего реализовать дистанционный доступ к набору информационных ресурсов
4.	Читатель	Получает доступ к различным информационным ресурсам, находящимся в фондах электронной библиотеки ИОС АДО на основании договора между читателем и ОУч или его представительством

Таблица 2.4

## Административно-управленческий и обслуживающий персонал

№	Наименование	Описание
1.	Менеджер по инновациям и разработке стратегий развития	Сотрудник БОУ изучающий динамику изменения стратегических и перспективных направлений в области фундаментальной и прикладной науки для внедрения достижений с целью повышения качества и организации ИОС АДО
2.	Методист	Сотрудник БОУ осуществляющий разработку методов и стратегий на основе достижений в области педагогики для последующей реализации алгоритмов АДО и компонентов ИОС
3.	Психолог	Сотрудник БОУ выявляющий факторы, влияющие на повышение эффективности информационного взаимодействия между субъектами и средствами обучения, подбирающий и komponующий тесты для диагностики ИОЛСО (физиологических, психологических, лингвистических и прочих)
4.	Программист	Сотрудник БОУ ориентирующийся в современных методах, подходах и технологиях программирования, занимающийся программной реализацией разных компонентов ИОС АДО
5.	Дизайнер	Сотрудник БОУ владеющий аппаратом когнитивной психологии и лингвистики, современными средствами разработки статических и динамических плоских и объемных схем на основе технологий векторной и растровой графики
6.	Специалист по нелинейному аудио- и видео-монтажу	Сотрудник БОУ использующий современные методы, технологии и программные средства создания и монтажа потокового аудио и видео
7.	Маркетолог	Сотрудник БОУ осуществляющий маркетинговые исследования на рынке образовательных услуг с целью выявления потребительских предпочтений и закономерностей конъюнктуры рынка, изменения спроса и предложения, разрабатывает маркетинговые стратегии продвижения определенных образовательных услуг
8.	Специалист по связям с общественностью и рекламе	Сотрудник БОУ, разрабатывающий рекламные акции и мероприятия, направленные на продвижение набора образовательных услуг на рынке
9.	Юрист	Сотрудник БОУ, отслеживающий последние новации и изменения в области действующего законодательства, занимающийся составлением и введением в делопроизводство документации для внутренних и внешних контрагентов
10.	Экономист	Сотрудник БОУ, обеспечивающий привлечение источников финансирования проекта и распределение средств по направлениям развития АДО

## Технический персонал

№	Наименование	Описание
1.	Администратор БОУ или регионального представительства	Сотрудник БОУ обеспечивающий техническое обслуживание компонентов ИОС системы АДО в БОУ или его региональных представительствах
2.	Администратор регионального учебного центра или виртуального представительства	Сотрудник организации, поддерживающий работоспособность ПО регионального учебного центра или ВП, обеспечивающий поддержку созданных виртуальных представительств и консультирование обслуживающего персонала
3.	Администратор консалтингового центра	Сотрудник организации, обеспечивающий обслуживание компонентов ИОС, создание новых ВП и консультирование их сотрудников по техническим вопросам функционирования средств ИОС

Субъекты ИОС АДО дифференцируются не только по возложенным функциям и кругу решаемых задач, но также по категориям выделенным в зависимости от УОЗО по факту изучения дисциплины из определенной группы наук (рис. 2.7).



Рис. 2.7. Категории субъектов информационно-образовательной среды автоматизированного обучения и уровни их подготовки по отраслям научных знаний

Несмотря на комплекс проблем возникающих в ходе информатизации информационных сред разнородных ОУч и центров обучения, принимая во внимание допустимые формы обучения (на расстоянии): очная, очно-заочная, заочная (дистанционная – обучение на расстоянии), внедрение подходов, методов и технологий АДО приобретает особую актуальность, поскольку позволяет обеспечить учет потребностей широкого круга потребителей и интенсифицировать управляемый технологический цикл обучения в ИОС.

### **2.5.3. Компоненты, средства и технологии в основе информационно-образовательной среды автоматизированного обучения**

Состав ИОС ОУч предусматривает ряд компонентов (средств автоматизации):

- инструментальные средства – обеспечивают сервисное и техническое обслуживание АРМ и сетевых средств обучения в основе автоматизированной ИОС персоналом не имеющим специальной подготовки в области ИКТ;
- электронная библиотека – отдел ОУч с возможностью подключения к мировой территориально распределенной сети электронных библиотек посредством разнородных каналов передачи данных через “The WWW”, а также к определенным информационным ресурсам разного рода;
- средства администрирования компонентов – конфигурирование средств ИОС;
- средства управления процессом обучения и средства индивидуального контроля уровня остаточных знаний, полученных и усвоенных обучаемыми;
- средства работы в телекоммуникационной среде, доступной в том регионе РФ, где расположен базовый ВУЗ и его региональные представительства.

Подчеркивается необходимостью оптимизации времени образовательного цикла за счет использования индивидуально-ориентированных технологий и адаптивных моделей при реализации различных компонентов ИОС системы АДО.

Анализ многообразных функций реализуемых компонентами ИОС позволяет структурировать их в ряд подсистем в основе ВП, основными из которых являются:

- административная подсистема – конфигурирование модулей имеющихся в основе ИОС, регистрация пользователей и распределение их прав доступа;
- подсистема кадрового учета (электронный отдел кадров) – ведение личных дел пользователей всех категорий и поддержка электронного архива;
- подсистема бухгалтерского учета (электронная бухгалтерия) – обеспечивает отражение операций и результатов финансово-хозяйственной деятельности, включая начисление заработной платы сотрудников и расчеты с обучаемыми, внешними контрагентами, государственными органами и службами;
- библиотечная подсистема (электронная библиотека) – накопление, хранение и предоставление информационных ресурсов в соответствии с полномочиями пользователей согласно регламенту, определенному в центре обучения;
- подсистема организации учебного процесса (деканат) – формирование учебных групп, расписаний занятий, контроль за ходом учебного процесса;
- подсистема контроля знаний и ИОЛСО (подсистема тестирования) – оценка УОЗО и ИОЛСО для текущей и итоговой аттестации и формирования КМ;
- подсистема анализа и сбора статистики – сбор, формирование и предоставление статистических данных о работе ВП и протоколирование работы;
- подсистема контроля за документооборотом – регистрация документов в БД и выпуск на бумажном носителе личных и специальных документов;
- подсистема развития и инноваций – поиск новых ИКТ для развития ИОС.

При разработке ИОС АДО необходимо учитывать возможность использования ряда традиционных и современных средств и технологий:

- источники и носители информации по предметной области;
  - книга – авторский труд, агрегирующий описание концепции, подхода, методологии и принципа решения определенной проблемы или задачи;
  - словарь и справочник – содержит набор ключевых понятий и определений, используемых для описания предметной области и позволяющих читателю раскрыть смысл изучаемого объекта, процесса или явления;
  - учебник – основной источник информации, содержащий вербализированное описание предмета изучения для повышения осведомленности читателя;
  - задачник – обеспечивает выработку практических навыков решения типовых задач посредством специально подобранной совокупности заданий;
  - методическое пособие и лабораторный практикум – позволяет изучить закономерности функционирования объектов, процессов и явлений на макро- и микро-уровне посредством специальных моделей и описаний с использованием аппаратного (приборы, материалы и технические средства наблюдения), программного (пакеты программ для статистического анализа, инженерных расчетов, конструирования и моделирования) и алгоритмического обеспечения (формализуют процесс исследования);
  - нормативные документы и специальные литературные источники – содержат стандарты, спецификации, требования и описания сложных объектов исследования, приборов, систем, их элементов и устройств;
  - традиционные и электронные носители информации – позволяют регистрировать информацию различного типа (бумага, аудио- и видео-кассеты, CD-ROM, DVD-ROM и носители информации);
- технические средства автоматизации отображения информации и повышения эффективности процесса формирования знаний;
  - средства отображения информации – позволяют отслеживать состояние изучаемого объекта, процесса или явления (алфавитно-цифровое табло, устройство на перфоленте, монитор, диапроектор и плазменная панель);
  - средства визуализации – позволяют обеспечить наглядную интерпретацию предъявляемой информации (таблицы, схемы, чертежи и модели);
  - средства изучения и мониторинга – позволяют наблюдать за сложными объектами, процессами и явлениями (лабораторный стенд, самописец-регистратор, осциллограф, вольтметр, микроскоп, телескоп и модель);
  - аудиальные средства – обеспечивают возможность записи и воспроизведения аудио-потока (магнитофон, диктофон и лингафонный кабинет);
  - видео- и телевизионные средства – обеспечивают запись и воспроизведение видео-потока информации (видео-магнитофон, телевизор, мультимедиа-проектор и спутниковая система приема телевизионного сигнала).

Современные технологии реализации адаптивных средств обучения:

- текстовые редакторы и системы электронных таблиц (“MS Word / Excel”);
- графические редакторы (“Adobe Photoshop”) и средства анимации (“MM Flash”);
- системы управления БД (“MS Access”, “SQL”, “Oracle”, “Informix” и “MySQL”);
- технологии создания и работы с гипертекстом (“HTML”, “XML”, “Perl” и “PHP”);
- мультимедиа-технологии (“Sound Forge” и “Sternberg Video”);
- технологии и средства разработки экспертных систем (технология создания «быстрого» прототипа экспертной системы);
- технологии и средства анализа и информационной поддержки адаптивных образовательных сред (предложенная автором ТКМ и структуры КМ субъекта и средства обучения выступают информационной основой анализа ИОС).

*Электронный учебник* – программно-методический комплекс, позволяющий самостоятельно изучить содержание курса или раздела, включающий свойства традиционного учебника, справочника, задачника и лабораторного практикума.

*Диагностический модуль* – программное средство, предназначенное для автоматизированной оценки УОЗО, умений, навыков или диагностики ИОЛСО.

*Лабораторный практикум* – служит для проведения наблюдений над объектами, процессами, явлениями, их взаимосвязями и свойствами, обработки, численного и графического представления результатов наблюдений и измерений, а также изучения различных теоретических аспектов в ходе практического использования.

*Тренажер* – вырабатывает сенсорные, моторные и интеллектуальные навыки, включает средства для оценки достигнутого уровня опыта адекватно изменениям интенсивности тренирующих воздействий (сложности, скорости реакции и т.п.).

*Игровые программы* – обеспечивают по сравнению с обычными средствами и системами обучения дополнительные дидактические возможности: деловые игры, ориентированные на получение лучших результатов решения сложных разнотипных задач конкурирующими группами обучаемых, а возникающее при этом информационное взаимодействие между субъектами и средствами обучения в ИОС рассматривается как последовательность коммуникативных шагов и операций направленная на формирование знаний обучаемых и изучение новых предметных областей посредством специальных подходов, алгоритмов и процедур в среде АДО.

*Предметно-ориентированные среды* – позволяют рассматривать изучаемые объекты, процессы и явления на микро- и макро-уровне рассмотрения, обеспечивая их моделирование в различном масштабе пространственного и временного континуума с учетом разнородных воздействий различных факторов внешней среды.

Задачи и предполагаемая цель исследования формулируется преподавателем (тьютором), а обучаемые при этом обеспечивают их достижение посредством использования допустимого набора регламентированных операций выполняемых в стереотипной ситуации за счет выбора последовательности действий над исследуемыми объектами, нажимая кнопки на панелях интерфейса средств обучения.

*Мультимедиа-технологии* обеспечивают поддержку процесса создания и внедрения мультимедиа-продуктов: электронных книг (учебников), мультимедиа-энциклопедий, анимации и т.п. Характерной особенностью этих продуктов является объединение текстовой, графической, аудио- и видео-информации. Технологии мультимедиа и когнитивная компьютерная графика в основе автоматизированной ИОС типа «виртуальная реальность» позволяют внедрять и апробировать инновационные методики, алгоритмы и технологии личностно-ориентированного обучения, предполагающие отображения специально подготовленного аудио- и видео-поток.

Технологии мультимедиа превратили компьютер в полноценного собеседника и позволили контингенту обучаемых, не выходя из учебного класса (дома), систематически присутствовать на лекциях выдающихся ученых и специалистов, стать свидетелями исторических событий прошлого и настоящего, посетить известные музеи и культурные центры мира, расположенные в разных местах земного шара.

Мультимедиа-технологии обеспечили появление книги нового поколения – электронной книги (учебник, словарь, энциклопедия, справочник и задачник), содержащей, наряду с текстом и графическими изображениями, анимацию, позволяющую повысить уровень восприятия за счет параллельного воспроизведения аудио-потока.

*Гипермедиа-технологии* – способ создания и форматирования электронных документов, включающих текст, графические изображения и компьютерную анимацию, переход между информационными фрагментами в которых осуществляется посредством использования перекрестных ссылок в оглавлении и содержании.

Практически все современные справочные и информационно-поисковые системы реализуются на основе Web-технологий. Гипермедиа-продукты учебного назначения позволяют обучаемым работать с большим объемом материала, представленного в виде текста, графики, активных схем, включая звуковое сопровождение и видео-ролики, что позволяет не только читать его, но и слушать, смотреть, сортировать материалы, делать выписки и необходимые документы (статьи и рефераты).

Гипермедиа-технологии инициировали развитие геоинформационных систем, которые стали применяться в ИОС АДО и позволяют комплексно представлять информацию о структуре и принципах функционирования сложных систем.

*Сетевые (коммуникационные) технологии* – направление, обеспечивающее совершенствование способов обмена информацией и открывающее новые возможности общения между субъектами ИОС, кроме того, работа в локальных и глобальных сетях удовлетворяет различные информационные потребности обучаемых, а также повышает уровень компьютерной грамотности за счет телекоммуникационного общения, расширяет кругозор и мотивирует интерес к получению новых знаний.

Открытый доступ к банкам данных и БЗ позволяет обучаемым ознакомиться с научными проблемами, исследование которых еще не завершены, работать небольшими исследовательскими коллективами, делиться достигнутыми результатами с представителями научного сообщества находящихся в разных странах мира.

Научная информация, систематизированная и хранящаяся в банках данных, позволяет найти новые подходы, верифицировать собственные гипотезы, сформировать навыки и приемы анализа, сравнения и прикладного использования знаний.

Посредством использования сетей телекоммуникаций преподаватели существенно повышают свою информационную культуру и получают уникальную возможность общения со своими коллегами по всему миру. Это создает идеальные условия для профессионального общения, ведения совместной научной, практической и методической деятельности, обмена знаниями, опытом и научными результатами.

*Электронная почта (E-Mail)* выступает экономичным способом автоматизации доставки учебных материалов при наличии коммуникационного оборудования установленного у различных преподавателей и разнородных обучаемых. В последнее время данная технология получила распространение как дополнительный способ коммуникации при традиционном и АДО. Поддержка учебного процесса посредством использования электронной почты обусловила начало внедрения телекоммуникаций в сферу образования. Специфика реализации процесса (автоматизированного) обучения (на расстоянии) требует специфической организации и координации потоков информации, оказывая существенное комплексное влияние на функционирование ИОС АДО.

“The electronical messaging association” провела исследования, отражающие тенденцию к расширению сферы использования E-Mail: в 1994 году число потребителей электронной почты составило 23 миллиона пользователей, а в 2000 году – 72 миллиона.

*Виртуальная конференция* – позволяет удаленным друг от друга на значительное расстояние преподавателям и обучаемым организовать учебный процесс, который является аналогом традиционного (не адаптивного) обучения, а также скоординировать коллективную работу территориально распределенных обучаемых и реализовать одну из активных форм коммуникативного взаимодействия (круглый стол, экспертная или деловая игра, мозговой штурм и т.п.), реализуется посредством класса АРМ на базе теле-конференции и “Internet”-конференции.

*Теле-конференция* – активная форма организации диалога между субъектами ИОС посредством видео-терминалов по каналам связи (спутниковый и кабельный).

*«Интернет»-конференция* – представляют собой современную коммуникационную технологию, которая позволяет в режиме реального времени передавать участникам аудио- и видео-поток, а также различные электронные документы, включающие текст, таблицы, графики, компьютерную анимацию и видео-файлы.

Выделяют два основных режима телеконференции, отличающихся скоростью и регламентом обмена информацией между участниками виртуальной коммуникации:

- *off-line* – существует некоторый интервал времени между трансляцией авторской реплики в конференции и прочтением ее другими участниками, причем заранее неизвестен ответ каждого из участников конференции;
- *on-line* – диалог осуществляется в реальном масштабе времени и обучаемый в процессе обучения аналогичном традиционному, имеет возможность выбора и получения необходимой информации сразу на свой компьютер.

*Удаленный доступ к БД* – позволяет пользователям оперировать с информацией хранящейся в БД на территориально распределенных серверах сети “Internet”: читать, добавлять, удалять и модифицировать содержание информационных ресурсов.

Распределенная архитектура и технология параллельных вычислений обеспечивают прирост эффективности функционирования информационной системы.

*“The WWW”-технология* – выступает открытой системой гипермедиа-ресурсов, обеспечивающей передачу гипертекста, графики, анимации, аудио- и видео-информации между совокупностью серверов, расположенных в различных сегментах глобальной сети “Internet”, а также разных локальных и региональных сегментах сети “Intranet”, выступая наиболее перспективным способом виртуальной коммуникации для социальных, научных, технических, образовательных и прочих целей.

Сеть “Internet” является прогрессивной распределенной информационной системой реализованной на основе “The WWW”-технологии и выступающей совокупностью региональных (локальных) информационных систем (сегментов сети), обеспечивающих посредством коммуникационных технологий интерактивный доступ к информационным ресурсам, содержащим информацию по различным предметным областям: наука, техника, образование, медицина, экономика, психология, политика, религия, юриспруденция, биология, социология, география, информатика, языкознание и т.п.

Согласно прогнозам, информатизация учреждений сферы образования на 4<sup>ом</sup> этапе развития образовательных ИТ обуславливает тенденцию к прогрессивному развитию методов и технологий разработки организационного, методического и технического обеспечения образовательного процесса для поддержки автоматизированных ИОС, использующих в своей основе совокупность технических средств автоматизации информационных процессов, характерных для традиционной (классической) образовательной деятельности: ЭУ, лабораторные практикумы и задачки, ДМ, программное обеспечение прикладного назначения, реализующее решение вспомогательных задач субъекта обучения как конечного пользователя.

*Технологии нелинейного аудио- и видео-монтажа* – поддерживают весь технологический процесс создания и распространения аудио- и видео-потоков (файлы, БД и компьютерные программы) находящихся на различных типах носителей (магнитных, оптических и электронных), содержащих различную, в частности, образовательную информацию (интерактивные обучающие курсы, лекции, практикумы и пр.), предназначенную для широкого контингента потребителей дифференцированного по возрастным группам, профессиональному статусу и роду деятельности.

*Технологии сжатия информации* – дифференцируются на архиваторы, аудио-кодеки и видео-кодеки, которые обеспечивают существенное сокращение размера файлов хранящихся на электронных носителях за счет специальных алгоритмов.

*Технологии защиты и ограничения доступа к информации* – позволяют реализовать, наряду с организационными мероприятиями, аппаратную и программную защиту конфиденциальной информации хранящейся на ПЭВМ и в банках данных информационных систем с территориально распределенной архитектурой.

Потребности потребителей образовательных услуг в более совершенных и эффективных подходах, методах и средствах обучения непрерывно возрастают, поэтому новое аппаратное, программное и алгоритмическое обеспечение для поддержки ИОС целесообразно создавать только в случае достижения заданного уровня качества технических характеристик существующих средств и технологий АДО. Актуальной задачей является прогнозирование достигнутого результата посредством использования определенного средства обучения с новой архитектурой в ИОС.

Технологии АДО в отличие от традиционных (классических) предполагают широкое использование сетевых коммуникационных технологий, позволяющих предоставить доступ к различным информационным ресурсам ИОС, а также внедрять технологии интеллектуальных систем основанных на знаниях и методы адаптивного управления (системы управления адаптивным обучением).

АДО предполагает самостоятельную работу обучаемых с ЭУ, содержащим структурированную информацию по дисциплине (предмету изучения), а также предоставляющим возможность преподавателям наполнять контент информацией по новым предметным областям (проблемным сферам), ориентируясь на существующие разнородные информационные ресурсы и за счет привлечения квалифицированных специалистов-экспертов.

Ведущую роль приобретают электронные библиотеки и виртуальные университеты, которые наряду с практическим использованием традиционных научных и технических литературных источников, методических пособий, мультимедиа, аудио- и видео-информационных ресурсов содержат электронные книги и ЭУ.

ЭУ обеспечивает интенсификацию продуктивности формирования знаний контингента обучаемых за счет того, что:

- концентрирует структурированную информацию по предметной области;
- обеспечивает практически мгновенную обратную связь с обучаемым;
- помогает быстро найти необходимую информацию, поскольку в традиционной книге поиск обуславливает значительные временные издержки;
- при многократных обращениях к гипертекстовым ссылкам и объяснениям позволяет индцировать ранее изученные рубрики определенным цветом;
- позволяет интегрировать и использовать технологии мультимедиа, обеспечивающие наглядную интерпретацию информации разного рода;
- содержит выборки вопросов в рамках каждого раздела, позволяющие реализовать промежуточное и итоговое тестирование УОЗО посредством ДМ;
- позволяет практически использовать перекрестные ссылки между разными разделами и информационными фрагментами дисциплины, а также активизировать отображение содержания внешних информационных ресурсов.

В монографии автором представлена разработанная архитектура адаптивного ЭУ, оперирующего на основе созданного процессора адаптивной репрезентации информации, включающего набор разнородных управляющих модулей, процедур и алгоритмов, позволяющих реализовать индивидуально-ориентированную модель формирования знаний обучаемых в автоматизированной образовательной среде за счет учета ИОЛСО и УОЗО.

#### **2.5.4. Модели и технологии организации взаимодействия субъектов и автоматизированных средств обучения**

Формы ДО выбираются в зависимости от требований, целей и задач обучения, при этом внедрение и практическое использование ИТ существенно зависит от определенной формы организации обучения как технологического процесса.

Уровень организации и автоматизации ИОС определяется степенью использования ИТ, количеством различных региональных представительств и подразделений, сложностью топологии ЛВС и архитектурой используемых средств обучения:

- низкий – ИТ практически не используются, например в традиционных ИОС;
- высокий – характерен для ИОС АДО и виртуальных университетов;

В классической ИОС возможно внедрение ИТ для реализации АДО и поддержки очной, очно-заочной и заочной форм предоставления образовательных услуг разнородному контингенту обучаемых как субъектов обучения, а также предусматривается экстернат или сочетание различных форм организации процесса обучения (на расстоянии) на основе различных моделей и технологий.

ИОС современного ОУч базируется в основном на использовании ИТ АДО и допускает создание виртуальных представительств (университетов), предоставляющих пользователям открытый доступ к разным информационным ресурсам.

Выделяют ряд моделей используемых при организации ИОС АДО:

1. Классические модели, которые применяются в традиционных ИОС:
  - классно-урочная модель – применяется в учреждениях общего (среднего) профессионального образования и реализуется в оборудованных классах;
  - проектно-групповая модель – используется в учреждениях высшего и общего (среднего) профессионального образования, позволяет обеспечить формирование групп обучаемых для определенного предмета изучения;
  - индивидуальная модель – применяется при проведении индивидуальных занятий преподавателя непосредственно с обучаемым (нерентабельна);
  - кейсовая модель – осуществляется посредством рассылки пакетов с материалами;
2. Современные модели, которые применяются в автоматизированных ИОС:
  - интерактивная модель автоматизированного класса – обеспечивает систематическую работу контингента обучаемых посредством специально оборудованных АРМ в базовом ОУч, его региональном представительстве или учебном центре (также может успешно применяться в традиционных ИОС);
  - модель распределенного сетевого обучения на расстоянии с систематическим контролем – обеспечивает цикл АДО посредством сетей “Intranet” / “Internet” через территориальные пункты доступа к разнородным информационным ресурсам посредством использования специально оборудованных АРМ обучаемых, расположенных по месту проживания или основной работы обучаемого, который систематически приходит в определенный консультационный центр непосредственно для получения разъяснений и очередных заданий;
  - модель виртуального университета – обеспечивает полный цикл АДО посредством ИКТ, максимально исключая отрыв обучаемых от основной работы (деятельности).

## 2.6. Сравнительная характеристика возможностей систем автоматизированного обучения

Табл. 2.6 непосредственно содержит сравнительную характеристику функциональных возможностей различных систем АДО РФ и США.

Таблица 2.6

### Сравнительная характеристика функциональных возможностей

№	Компоненты	Системы автоматизированного (сетевое) обучения				
		ВП ИОО (OpenNet)	Cerro Coso Com College, The USA	University of California, The USA	San-Francisco University, The USA	Jones Int. University, The USA
1.	Структурные единицы в основе средства обучения отражающие содержание курса					
1.1.	Учебный материал	+	+	+	+	+
1.2.	Дополнительные лекционные материалы	+	+	+	+	+
1.3.	Доп. инф. материалы	+	+	+	+	-
1.4.	Центры инф. ресурсов	+	+	+	+	+
1.5.	Словарь	+	+	-	+	-
1.6.	Анкета студентов	+	+	-	-	-
2.	Средства обеспечивающие автоматизацию общения в сети "Ethernet" и(или) "Internet"					
2.1.	Комната обсуждений группы on-line (чат)	+	+	+	+	+
2.2.	Доска курса on-line	+	+	+	-	-
2.3.	Доска ВУЗа on-line	+	+	+	-	-
2.4.	Доступ к списку студентов группы (Email)	+	+	+	-	-
2.5.	Доступ к преподавателю дисциплины (Email)	+	+	+	+	+
2.6.	Доступ к консультанту курса (Email)	+	+	-	+	-
2.7.	Консультирование	+	-	-	+	-
3.	Средства тестирования уровня остаточных знаний и индивидуальных особенностей					
3.1.	График прохождения	+	+	-	-	-
3.2.	Тесты УОЗО, ИОЛСО	+	+	+	+	+
4.	Возможность использования дополнительных информационных ресурсов (БД)					
4.1.	Адреса студентов	+	+	-	-	-
4.2.	Доступ к оценкам	+	+	-	-	-
4.3.	Доска объявлений	+	+	+	-	-
4.4.	Часто задаваемые вопросы	+	+	-	-	-
4.5.	Анкета оценки качества курса (дисциплины)	+	+	-	-	-
	Интегральная оценка системы (компонента)	20/20 100%	19/20 95%	11/20 55%	10/20 50%	6/20 30%

«Научно-исследовательским институтом информатизации высшего образования» вырабатываются требования к ИОО автоматизированного (дистанционного) обучения, а также предлагается типовой набор функций виртуального представительства (ВП) определенного ОУч (образовательного, учебного или научного центра), оперирующего по принципу открытого обучения (ОО) в глобальной сети "Internet".

## **2.7. Основные параметры оценки современных средств обучения и развитие их функциональных возможностей**

Современный опыт практического использования электронных средств обучения в автоматизированных образовательных средах позволяет выделить ряд параметров оценки:

- особенности архитектуры и технология реализации компонентов ИОС;
- функциональные возможности и потребительские свойства средств обучения;
- затраты на внедрение и повышение эффективности от использования.

Особенности архитектуры современных средств обучения используемых в ИОС АДО обусловлены непосредственно наличием различных компонентов (ЭУ, ДМ, лабораторный практикум и задачник), реализующих смежные функции и задачи:

1. Средства поддержки работы преподавателя, к которым относятся:
  - средства формирования и наполнения контента: конструкторы, система извлечения и представления знаний, текстовый и графический редакторы и др.;
  - средства конструирования учебных заданий и создания целей обучения;
  - средства формирования алгоритмов обучения и предъявления информации;
  - средства для реализации автоматизированной диагностики ИОЛСО;
  - средства для поддержки автоматизированной оценки УОЗО;
  - средства мониторинга, сбора, обработки, сортировки, компоновки и анализа информации, отражающей работу обучаемого за заданный период времени;
  - средства обработки апостериорных данных тестирования УОЗО и ИОЛСО.
2. Средства поддержки самостоятельной работы обучаемого, которые включают:
  - средства отображения информации, отражающей содержание дисциплины (ЭУ);
  - средства и алгоритмы стимулирования изучения информации и выработки ее понимания с возможностью представления пояснений и наводящих вопросов, применение которых позволяет повысить уровень восприятия и УОЗО;
  - средства выработки навыков решения типовых задач по определенному предмету изучения (ЭУ сочетающий лабораторный практикум и задачник);
  - средства выработки умения решать прикладные задачи в предметной области – средства доступа к научно-технической информации, средства моделирования и конструирования, аналитические и расчетно-логические системы;
  - средства генерации заданий в зависимости от индивидуальных особенностей обучаемого (ИОЛСО) и достигнутых результатов в ходе обучения (УОЗО);
  - средства выработки рекомендаций на основе анализа состояния обучаемого;
  - средства оценки УОЗО по изучаемым дисциплинам и ИОЛСО.

Оценка архитектуры ЭУ производится в соответствии с наличием (ДА) или отсутствием (НЕТ) в ней определенных разнородных компонентов, реализующих определенные функции в зависимости от потребностей субъектов ИОС АДО. Потребительская полезность компонентов характеризуется перечнем технических возможностей, предоставляемых преподавателю и обучаемому как конечным пользователям средства обучения.

Потребительские свойства средств обучения (ЭУ) для преподавателя проявляются в поддержке следующих разнородных технических и методических возможностей:

- текстовый и графический редакторы для обеспечения наглядного представления различной информации на экране дисплея при разработке контента;
- автоматизированное создание семантических (структурных) моделей дисциплины;
- конструирование новых моделей и алгоритмов в основе компонентов ИОС;
- формирование заданий для проведения занятий в автоматическом (под управлением средства обучения на основе модели представления содержания дисциплины) и автоматизированном (под систематическим руководством преподавателя) режимах, реализующих самостоятельную работу обучаемых;
- модификация алгоритмов и методов, реализующих тестирование ИОЛСО;
- адаптивная репрезентация информации с учетом параметров ИОЛСО и УОЗО;
- систематическая оценка УОЗО на основе разных шкал и функций оценивания;
- статистический анализ апостериорных данных, характеризующих результативность обучения (на расстоянии) контингента обучаемых за определенный период времени;
- получение результатов тестирования знаний по циклу изучаемых дисциплин.

Потребительские свойства ЭУ для обучаемого проявляются в поддержке следующих технических и методических возможностей данного средства обучения:

1. Предварительная подготовка обучаемого к работе с автоматизированными средствами обучения, оперирующими на основе УМП по предметам изучения:
  - ознакомление с различными техническими возможностями средств обучения образовательного центра (виртуального представительства) посредством инструкций;
  - предоставление возможности выбора образовательной программы (курса);
  - дифференциация пользователей на различные группы по уровню владения базовыми дисциплинами и автоматизированными средствами обучения.
2. Работа над дисциплиной под управлением средств обучения (в автоматическом режиме) и под руководством определенного преподавателя (в автоматизированном режиме):
  - выбор алгоритма, методики и технологии изучения материала дисциплины на различном уровне изложения по отношению к контингенту обучаемых;
  - учет индивидуальных особенностей (параметров) обучаемого для реализации автоматизированного индивидуально-ориентированного и адаптивного обучения.
3. Возможности средств ИОС АДО для самостоятельного изучения дисциплины:
  - в режиме овладения разнородной информацией (изучения содержания), когда определенные средства обучения выполняют следующие функции: предоставление для изучения структурной модели дисциплины (предмета изучения); поиск разнородной информации (по введенному ключевому понятию или слову, по оглавлению, по картотеке – предметному и алфавитному указателям); генерация информационных фрагментов посредством HTML и XML кода; начальный, текущий и итоговый контроль уровня усвоения информации (данных); предоставление перечня ссылок на разные литературные источники и информационные ресурсы;

- в режиме выработки понимания (содержания) информации (ЭУ и ДМ), когда различные функции определенных средств обучения включают: выявление информационных фрагментов отражающих теоретическую часть заданного предмета изучения (дисциплины) с низкой оценкой УОЗО на основе анализа уровня владения материалом посредством использования набора заранее подготовленных тестов (методов исследования); отображение объяснений (разъяснений) в случае необходимости (ошибки); предоставление рекомендаций по изучению содержания информационных фрагментов (просмотр семантических моделей дисциплины, указание возможных причин затруднений; просмотр списка вопросов, на которые обучаемый дал неправильные ответы; выявление разделов (квантов информации) с низкими показателями УОЗО для повторного представления определенных информационных фрагментов);
- в режиме выработки умения решать типовые задачи предмета изучения (задачник), когда различные функции определенных средств обучения включают: представление постановок типовых задач в предметной области; обучение записи формального описания типовых задач с контролем корректности; демонстрация набора алгоритмов и процедур их применения для решения задач разного типа; обучение (на расстоянии) решению задач в пошаговом режиме с контролем действий обучаемого и указанием причин ошибок; оценка навыков решения типовых задач; подготовка задания для решения посредством ЭВМ; обеспечение возможности диалогового ввода задания на внутреннем языке ЭВМ; поддержка анализа процесса выполнения определенного задания в пошаговом режиме непосредственно при использовании ЭВМ; отображение протокола выполнения определенного задания в ЭВМ; (первичный) анализ результирующих данных в диалоговом режиме; (вторичный) анализ полученных результатов выполнения задания; разработка новых алгоритмов отображения разнородной информации;
- в режиме выработки умения решать прикладные задачи предмета изучения (лабораторный практикум рассматривается как гибрид ЭУ и ДМ), когда определенные средства обучения поддерживают ряд различных функций: предоставление расширенных возможностей формирования математических постановок задач; доступ к информационным ресурсам из смежных предметных областей; отображение ссылок на специальную (научную) и справочную литературу; возможность визуализации процедуры создания алгоритма решения задачи; обеспечение наглядного представления стратегии рассуждения в процессе выработки решения; предоставление необходимых инструментальных средств моделирования и статистической обработки апостериорных данных экспериментов; совершенствование разнородных методов представления и анализа данных;
- в режиме оценки уровня остаточных знаний, умений и навыков обучаемого (ДМ) сформированных при изучении дисциплины (предмета изучения), когда определенные средства обучения реализуют набор различных функций: контроль продвижения обучаемого по образовательной траектории и выявление достигнутого им уровня понимания предмета изучения; оценка УОЗО и формирование электронной зачетной книжки на основе достигнутых результатов и выявление причин затруднений с учетом ИОЛСО.

4. Возможности и функции современных средств обучения для реализации индивидуально-ориентированного и адаптивного обучения (на расстоянии):
- в режиме адаптации процесса АДО к текущему уровню знаний обучаемого (УОЗО), когда определенные средства обучения выполняют ряд различных функций: анализ текущего УОЗО по этапам обучения; сравнение текущего УОЗО с требуемым; изменение алгоритма обучения по результатам анализа состояния обучаемого (подбор уровня сложности заданий, изменение последовательности выполнения заданий и модификация характера рекомендаций); возможность формирования и дифференциации заданий по уровню сложности (с заданной конфигурацией и ответом и с типовыми и эвристическими процедурами решений); соотнесение выработанного обучаемым решения задачи с эталонным набором решений; обеспечение пошагового контроля при решении определенных заданий; разработка алгоритмов выявления сложных разделов для последующей коррекции содержания семантической (структурной) модели дисциплины; генерация содержания информационных фрагментов в зависимости от УОЗО;
  - в режиме адаптации процесса обучения к индивидуальным особенностям личности обучаемого: анализ аномалий восприятия информации зрительной и слуховой сенсорными системами обучаемого (выявление аномалий рефракции, восприятия пространства и цветового зрения); выделение особенностей обработки информации определенного типа (конвергентные и дивергентные интеллектуальные способности, обучаемость и когнитивные стили); выявление особенностей понимания содержания информационных фрагментов (уровень владения языком изложения материала и словарем ключевых терминов и уровень владения элементами интерфейса), а также учет технических возможностей средств обучения при генерации ОВ: параметры отображения информационных фрагментов (параметры фона: тип узора, цвет; параметры шрифта: гарнитура, цвет символов, размер кегля символов; цветовые схемы для ахроматов и дихроматов: протанопов, дейтеранопов и тританопов), тип информации (текстовая, табличная, плоская схема, объемная схема, звуковая как основная, звуковая как сопровождение, комбинированная и специальная схема); стиль предъявления информации (целостное/детализированное отображение, автоматическое/ручное переключение, постоянный/переменный тип информации, глубокая конкретизация / абстрактное изложение, простота/сложность изложения, широкий набор/узкий набор терминов), скорость изложения информации (быстрая и медленная), дополнительные возможности средства обучения (коррекция последовательности, навигация по курсу, добавление модулей, выбор вида и стиля отображения информации, выбор скорости отображения, творческие задания, дополнительные модули и источники информации), уровень изложения информации (уровень изложения материала, набор ключевых терминов и определений и набор элементов интерфейса программы).

Совокупность потребительских свойств компонентов ИОС АДО (ЭУ, ДМ и прочих) характеризуют их качество с точки зрения преподавателя и обучаемого. Оценка качества при этом производится в соответствии с наличием (ДА) или отсутствием (НЕТ) данного потребительского свойства (технической характеристики).

Эффективность применения автоматизированных средств обучения оценивается с позиций достижения конечной цели обучения – формирования знаний обучаемым. Знание рассматривается как активная информация, сформированная в ходе АДО посредством компонентов ИОС, способная генерировать новую информацию в процессе функционирования психофизиологического конструкта головного мозга.

Оценка знаний обучаемых по предметам изучения в ИОС АДО производится на основе набора тестов посредством ДМ и включает ряд мероприятий:

- оценку уровня владения декларативной информацией (формулировками);
- оценку навыков владения сформированных за счет обучающих процедур;
- оценку уровня понимания, когда оценивается: способность отвечать на вопросы и агрегировать информацию, формировать алгоритмы решения типовых задач, способность комбинировать различные методы решения на практике;
- оценку умений решать теоретические задачи в предметной области по результатам изучения содержания ЭУ и информационных ресурсов ИОС АДО;
- оценку навыков использования теоретических положений на практике по результатам выполнения заданий представленных в лабораторном практикуме;
- оценку способности решать прикладные задачи в предметной области по результатам выполнения курсовых, дополнительных и практических работ;
- текущую, промежуточную и итоговую (экзаменационную) оценку остаточных знаний по результатам изучения определенной дисциплины (предмета изучения) (ДМ).

Современные методики анализа и оценки показателей эффективности (результативности) обучения основываются на различных критериях (показателях), позволяющих существенно повысить точность и снизить случайность оценок, при этом они могут ориентироваться на учет параметров отражающих динамику изменения показателей функционирования компонентов ИОС АДО, а также ИОЛСО и УОЗО:

- особенностей выбранной образовательной траектории, предполагающей определенную специализацию, содержание образовательной программы, календарный план изучения материала определенной дисциплины и т.п.;
- результатов тестирования, которые могут оцениваться как по бальной системе (пятибалльной шкале), так и уровневой системе (различное число уровней измеряемого признака) посредством заданных функций оценивания;
- результатов диагностики ИОЛСО (при реализации индивидуально-ориентированного и адаптивного обучения), характеризующих особенности восприятия, обработки и понимания информационно-образовательных воздействий.

При разработке архитектуры компонентов ИОС необходим учет особенностей АДО.

## **2.8. Особенности информационного взаимодействия субъектов и средств обучения в автоматизированной образовательной среде**

Рассматривая функционирование ИОС системы АДО можно выделить ряд особенностей, которые обусловлены целевым назначением ее компонентов:

1. Компоненты системы АДО взаимодействуют между собой посредством аппаратуры передачи данных в коммуникационной среде сети “Intranet” / “Internet” на основе определенной организационной модели при передаче информации различного рода:

- ПО информационного центра – обеспечивает поддержку функционирования аппаратного и программного обеспечения инновационной ИОС и компонентов системы АДО базового ОУч, его виртуальных представительств, координирует направления внедрения и вопросы эксплуатации средств обучения в его региональных представительствах и учебных центрах;
- ПО планирования и управления – позволяет сформировать и обрабатывать календарный и учебный планы по специальности, модель требуемых знаний, информацию о параметрах алгоритмов в основе программного обеспечения и средств обучения для повышения эффективности формирования знаний обучаемых, информацию об используемом в процессе АДО математическом и программном обеспечении (методические материалы, компьютерные курсы, системы тестирования и т.п.), разнородную учетную информацию об обучаемых (субъектах обучения), модель текущих знаний каждого обучаемого и изменение показателей ИОЛСО;
- ПО автоматизации цикла АДО – ЭУ, ДМ, БПКМ и электронная библиотека;
- ПО и техническое обеспечение, реализующее связь между компонентами ИОС – реализует прием и передачу различной информации по каналам связи, отражающей содержание предмета изучения (дисциплины) и технические данные, обеспечивая максимальную интерактивность информационного взаимодействия между субъектами и средствами АДО в процессе самостоятельной работы с разнородными информационными ресурсами образовательного центра, а также обеспечивая доступ к информационным БД других образовательных центров;
- ПО аналитического отдела – обеспечивает обработку информации и апостериорных данных, отражающих динамику изменения результативности обучения за несколько лет, а также объем предоставляемых разнородных образовательных услуг по различным направлениям и специальностям образовательной подготовки;
- электронная библиотека – предоставляет открытый доступ к банку данных расположенному на “The WWW”-сервере информационного центра ОУч или в сети “Internet”, содержащему информационно-поисковый каталог имеющихся УМП, вспомогательное программное обеспечение, техническое описание компонентов, включая название, авторов и краткую аннотацию (библиографическую карточку), а также электронные варианты теоретических курсов лекций, автономные и сетевые электронные учебники и программы для осуществления диагностики УОЗО.

2. Субъекты системы АДО решают различные задачи и оперируют в автоматизированной ИОС посредством аппаратного и программного обеспечения, установленного на АРМ, что достигается посредством набора сетевых услуг:

- прием / передача сообщений электронной почты – данная услуга реализует режим “OFFLINE” в обмене сообщениями между разными субъектами ИОС;
- телеконференция в реальном масштабе времени – позволяет реализовать режим “ONLINE” без прерывания связи до конца информационного обмена по различным каналам передачи информации (спутниковый и кабельный);
- обмен интерактивными сообщениями в режиме реального времени – реализует оперативное общение обучаемых с преподавателями в режиме “ONLINE” и “OFFLINE”, позволяя проводить локальные и удаленные консультации (обсуждения), обсуждение проектов, реализуя возможность совместного принятия решений, а также позволяет преподавателям наблюдать за ходом усвоения материала и корректировать процесс АДО, обеспечивая анализ УОЗО и ИОЛСО;
- удаленный доступ к вычислительным ресурсам, хранилищам информации, БД (банкам данных), файловым серверам, ресурсам центра обучения, позволяет обеспечить рациональное использование режимов “OFFLINE” и “ONLINE”, снизить трафик по каналам передачи данных и обеспечить балансировку сетевой нагрузки;
- работа с распределенными информационными ресурсами является сетевой услугой, предоставляемой посредством использования информационного центра ОУч и АРМ субъектов ИОС АДО, при этом не исключается предоставление открытого доступа контингента обучаемых к ресурсам глобальной сети “Internet”.

Компоненты системы АДО в зависимости от решаемых функций и задач позволяют непрерывно обрабатывать запросы к разнородной информации, расположенной в банке данных, включающем несколько БД прикладного назначения.

Канал информационного взаимодействия реализует обмен разнородной информацией между субъектами и средствами ИОС АДО и имеет ряд специфических особенностей:

1. В зависимости от особенностей реализации процесса информационного обмена между субъектами и средствами ИОС в канале передаче информации:

- при практическом использовании традиционных (классических) ИТ;
  - симплексный канал – достигается при использовании доски и плакатов, что характерно для типичной лекции или обычного семинара;
  - дуплексный канал – достигается при индивидуальном занятии преподавателя и обучаемого, позволяющем им взаимно обмениваться репликами;
- при практическом использовании новых (инновационных) ИТ;
  - симплексный канал – достигается при использовании ЭУ, ДМ, прочих компонентов ИОС АДО, плазменной панели, аудио- и видео-трансляции, мультимедиа-презентации, гипермедиа и флэш-презентации;
  - дуплексный канал – реализуется при проведении видео-конференций, а также занятий посредством использования АРМ в лингафонном классе.

2. В зависимости от преобладающего типа используемой информации:

- выделяют ряд базовых способов представления информации;
  - вербальный – используется в основном представление информации в виде текста, отражающего предмет изучения (гуманитарные отрасли знаний);
  - табличный – информация представляется посредством использования таблиц (используется в комбинации с вербальным, визуальным или звуковым видом);
  - визуальный со статическими графическими элементами – достигается посредством отображения плоских и объемных графических схем;
  - визуальный с динамическими графическими элементами – поддерживается посредством отображения плоских и объемных активных графических схем;
  - звуковой – осуществляется за счет воспроизведения аудио-потока контингенту обучаемых, отражающего содержание предмета изучения;
- возможно использование комбинированных видов с разделением и без разделения во времени в период отображения объекта, процесса и явления;
  - вербальный со статическими графическими элементами – текстовая информация сопровождается графической информацией для повышения эффективности формирования знаний (технические отрасли знаний);
  - вербальный с динамическими графическими элементами – текстовая информация сопровождается воспроизведением видео-потока в течение ограниченного времени (характерно для естественно-научных отраслей знаний);
  - вербальный со звуковым сопровождением – информация представленная в виде текста отображается обучаемому и сопровождается посредством аудио-потока содержащегося в предварительно подготовленном файле;
  - визуальный посредством статических или динамических графических элементов с параллельным воспроизведением аудио-потока – достигается за счет отображения статического изображения или активной графической схемы и параллельного воспроизведения аудио-потока.

В разной мере эффективность информационного взаимодействия между субъектами обучения и средствами обучения и пропускная способность канала информационного обмена между компонентами ИОС АДО в сети “Intranet” / “Internet” определяется темпом изложения (репрезентации) вербальной информации, скоростью визуального и звукового сопровождения материала (информационных фрагментов) отражающего содержание определенного предмета изучения (дисциплины), а также скоростью запоминания (конспектирования) лекции конкретным обучаемым.

Наиболее сложной для анализа выступает сетевая распределенная информационная система обучения, поскольку актуализируется задача взаимного обмена информацией между компонентами ИОС в нескольких ОУч. В частности, информацией отражающей: содержание набора профильных дисциплин, значения параметров ИОЛСО, УОЗО, перечень образовательных программ и специальностей, учебные планы и рабочие программы, индивидуальные графики прохождения программы обучения, служебную и внутреннюю информацию.

Наибольший интерес непосредственно представляет информационное взаимодействие субъектов обучения и средств обучения в ИОС АДО при изучении технических дисциплин:

- на первом этапе (отображение основного блока информации) – сначала осуществляется представление информационных фрагментов в вербальном виде, темп идентифицируется тьютором и/ или автоматизированным средством обучения;
  - зависит от сложности и информативности информационных фрагментов, отражающих содержание дисциплины представленных преподавателем или экспертом в предметной области: чем выше уровень изложения для изучения материала, тем ниже скорость обработки и запоминания, поскольку возникают повторы при изложении дополнительных фрагментов;
  - определяется техническими возможностями компонентов ИОС АДО – набором функций ЭУ и ДМ, параметрами алгоритмов обучения, диагностикой и отображением информационных фрагментов контингенту обучаемых, характеристиками аппаратуры передачи данных и канала передачи данных;
  - зависит от ИОЛСО – определяется скоростью восприятия, обработки, понимания и конспектирования содержания информационных фрагментов, увеличить которую невозможно без применения специальных технических средств (устройств аудио-, видео- и фото-регистрации информации в форме данных);
- на втором этапе (восприятие и обработка содержания набора информационных фрагментов, отражающих теоретическую часть) – осуществляется выбор способа представления и параметров отображения информации адекватно ИОЛСО, что реализуется на программном уровне в основе ЭУ;
  - обработка физиологических, психологических и лингвистических ИОЛСО;
  - выбор оптимального набора значений параметров отображения информационных фрагментов с учетом технических возможностей средства обучения (ЭУ) адекватно набору параметров, характеризующих ИОЛСО;
- на третьем этапе (восприятие и обработка содержания набора информационных фрагментов с параллельным воспроизведением видео- и аудио-потока);
  - возникает сложность синхронизации загрузки и отображения элементов информационного контента на уровне интерфейса ЭУ и последующего определения скорости представления текста и воспроизведения мультимедиа файлов, содержащих сопровождение основного блока информации (фрагментов);
  - анализ динамики эффективности формирования знаний контингента обучаемых под влиянием различных факторов и выявление степени влияния факторов;
- на четвертом этапе (выработка навыков решения типовых и прикладных задач);
  - подбор набора типовых задач и наполнение контента (адаптивного) ЭУ сочетающего различные функции задачника на программном уровне;
- на пятом этапе (оценка УОЗО посредством набора подобранных тестов);
  - выбор стратегии реализации процедуры тестирования в основе ДМ и алгоритма обработки апостериорных данных тестирования (диагностики).

## **2.9. Факторы влияющие на эффективность формирования знаний обучаемых в автоматизированной образовательной среде**

Система АДО рассматривается одновременно: во-первых, как самостоятельный компонент инфраструктуры ОУч поддерживающий реализацию различных форм обучения и обеспечивающий автоматизацию операций сопутствующих образовательной деятельности; во-вторых, как неотъемлемая часть ИОС ОУч, позволяющая обеспечить открытый доступ дифференцированному контингенту потребителей к совокупности информационных ресурсов, продуктов и услуг за счет средств автоматизации реализованных на базе различных современных достижений в области ИКТ.

Процесс формирования знаний обучаемых в автоматизированной образовательной среде выступает как сложный и многофакторный: внешние факторы – требования государственных и международных органов, заинтересованных проблематикой качества функционирования и развития ИОС, а также предпочтения разнородных потребителей образовательных услуг; внутренние факторы – особенности организации технологического процесса АДО и используемые технологии при реализации и сопровождении средств ИОС.

Разнородность и разносторонность анализа данной проблемы обуславливает необходимость выработки дифференциального подхода к рассмотрению ключевых факторов и групп факторов, влияющих на эффективность информационного взаимодействия субъектов ИОС и формирование знаний обучаемых посредством системы АДО:

- во - п е р в ы х , - о б щ и е и л и с и с т е м н ы е ф а к т о р ы ;
  - существенно зависят от особенностей организации ИОС – учет типов и особенностей ОУч на разных уровнях системы образования;
  - обусловлены моделями и технологиями, используемыми при разработке систем АДО – функции средств автоматизации образовательного процесса;
  - определяются предпочтениями потребителей образовательных услуг и требованиями государственных органов (регламентирующих политику);
- во - в т о р ы х , - ч а с т н ы е , т е х н и ч е с к и е и л и ч н о с т н ы е ф а к т о р ы ;
  - определяются сложностью компонентов ИОС и средств обучения, определяемой набором функций и классом решаемых задач;
  - характеризуются способом представления ОВ контингенту обучаемых;
  - обусловлены индивидуальными особенностями субъектов обучения;
- в - т р е т ь и х , - ч а с т н ы е , ф а к т о р ы с л у ч а й н о г о п р о и с х о ж д е н и я , у р о в е н ь в о з д е й с т в и я к о т о р ы х п р е н е б р е ж и м о м а л п о с р а в н е н и ю с о с т е п е н ь ю в л и я н и я О В , г е н е р и р у е м ы х с р е д с т в а м и И О С А Д О ( в о м н о г и х с л у ч а я х о н и н е у ч и т ы в а ю т с я ) :
  - обусловлены ошибками, возникающими в процессе измерения параметров;
  - зависят от особенностей, условий и требований организации эксперимента;
  - обусловлены корректностью подбора совокупности различных методов для исследования контингента испытуемых, их валидностью и надежностью;
  - набором методов и особенностями обработки апостериорных данных;
  - непротиворечивостью и интерпретацией выявленных закономерностей.

## **2.10. Влияние компонентов системы автоматизированного обучения на здоровье потребителей**

Обеспечение комфортности работы и учет влияния компьютера на здоровье человека изучает эргономика, положения которой позволяют говорить, что неграмотная разработка дизайна интерфейса программного обеспечения и организация АРМ пользователей разных категорий обуславливают пагубное влияние на биологический конструкт организма, быструю физиологическую и психологическую утомляемость.

Основные проблемы вызваны существенным несоответствием ГОСТам средств автоматизации процесса обучения, используемых обучаемыми в ОУч.

Вторичный набор проблем обусловлен нарушениями конечными пользователями техники безопасности при использовании автоматизированных средств обучения в ИОС, поскольку 91% преподавателей не знают «Санитарных правил и норм» по безопасному использованию ПЭВМ в специально оборудованных классах.

Необходимо понимать, что видео-дисплейные терминалы в информационных средах ОУч имеют нарушения цветовой гаммы полихроматического спектра при отображении информации, приводящие к интенсификации утомления зрительной сенсорной системы человека и негативному влиянию на психику человека (психофизиология восприятия).

Научно-исследовательскими организациями РФ постоянно совершенствуются подходы, методы и технологии позволяющие исключить и скомпенсировать негативное воздействие на здоровье человека, например, при организации формирования знаний в ИОС системы АДО функционирующей на основе ИКТ.

Специалистами в области офтальмологии подчеркивается существенное возрастание нагрузки на зрительную сенсорную систему при работе человека за видео-дисплейным терминалом, что способствует синдрому зрительной усталости.

С точки зрения психофизиологии восприятия, проведенные эксперименты свидетельствуют о возрастании утомляемости нервной системы обучаемого при работе в обычных и компьютерных классах содержащих оборудованные АРМ:

- на основе традиционных ИТ – с увеличением времени работы наблюдается общая утомляемость у 19% и утомляемость глаз у 8,6% обучаемых;
- посредством инновационных компьютерных технологий обучения – наблюдается аналогичная зависимость у 24,2% и 38,3% соответственно.

Многими специалистами акцентируется внимание на этой проблематике, предлагаются подходы, методы, технологии исследования и усовершенствования видео-дисплейных терминалов (Андрианов Ю.Н., Аршинов В.И., Брунер Дж., Веккер Л.М., Кроль В.М., Ломов Б.Ф., Найссер У., Ракитов А.И., Сухобская Г.С., Хаймен А. и др.).

Основная причина развития патологий заключается в несовершенстве технологий производства устройств отображения информации (особенно на этапе их появления), что позволяет говорить о существенно низком качестве выпускаемой продукции и узким набором эксплуатационных характеристик (разрешающая способность, глубина цвета и частота регенерации изображения формируемого на экрана дисплея).

В частности, наличие у оборудования расположенного на определенных АРМ различных сертификатов соответствия согласно разработанным действующим «Санитарным правилам и нормам» гарантирует безопасность использования видео-дисплейных терминалов при визуальном отображении информации конечному пользователю в различных режимах символьного и графического отображения информации.

К основным нормируемым параметрам характеризующим видео-дисплейные терминалы экспертные организации сегодня относят: уровень электромагнитного и ионизирующего излучения, частоту регенерации изображения на экране при различных показателях разрешения и глубины цвета, шаг точки на дюйм, ошибку сходимости прямой линии, неравномерность распределения яркости по поверхности дисплея, уровень контрастности, наличие размагничивания и прочие.

При этом существенное значение имеет рациональная организация АРМ.

Расположение монитора (видео-дисплейного терминала) должно обеспечивать падение светового потока справа на поверхность экрана, а уровень освещенности помещения должен обеспечивать допустимое соотношение контрастности и яркости при отображении элементов изображения на поверхности дисплея. Не рекомендуется работать в темном помещении, а освещение в помещении должно быть смешанным: естественным (не пульсирующим) – лампа накаливания и пр.; и искусственным (пульсирующим) – люминесцентная лампа и пр. Наличие естественного освещения и окна в помещении создает оптимальные условия для нормального функционирования механизма аккомодации зрительной сенсорной системы, поскольку обеспечивает возможность пользователю периодически перемещать точку обзора на значительно удаленный предмет по отношению к отображаемому на дисплее изображению. Рекомендуемое расстояние от глаз до поверхности дисплея должно составлять не менее 50-60 см, а геометрические размеры стола и стула должны соответствовать росту пользователя.

Важной проблемой является обеспечение электромагнитной совместимости взаимодействия субъекта и средства отображения информации (при обучении). Каждое АРМ в дисплейном классе создает электромагнитное поле с радиусом 1,5 м и более, излучение исходит не только от дисплея, но и от различного периферийного оборудования.

Проблемы возникновения вредного ионизирующего излучения различной длины волны обусловлены несовершенством технологии изготовления, ошибками сборки и принципом функционирования электронной пушки в основе электронно-лучевого монитора. Жидко-кристаллическая матрица в основе устройств отображения информации исключает эту проблему.

Уровень электромагнитного и ионизирующего излучения регистрируется специальными приборами и должен соответствовать допустимым дозам для человека согласно «Санитарным правилам и нормам» действующим на территории РФ.

Полный перечень рекомендаций можно найти в «Санитарных правилах и нормах 2.2.2.542-96 (03)» «Гигиенические требования к терминалам, персональным ЭВМ и организации работы», включая последующие их изменения и дополнения.

На основании проведенного исследования сформируем выводы по второй главе:

1. Проведен анализ современных стандартов в области качества разнородных ИОС, регламентирующих создание и использование адаптивных средств обучения, позволяющих реализовать индивидуально-ориентированное формирование знаний контингента обучаемых в автоматизированной образовательной среде.
2. Представлены основные направления информатизации информационных сред ОУч, выделена проблематика внедрения и практического использования разных средств автоматизации для решения различных задач пользователей.
3. Перечислены основные принципы организации ИОС, модернизации существующих и внедрения новых компонентов системы АДО, особенности сопровождения и обслуживания автоматизированных средств обучения на основе новых ИТ.
4. Представлены основные этапы развития разных информационных технологий и средств автоматизации ИОС, а также характерные особенности и принципы, которые учитываются при разработке различных компонентов в основе системы АДО.
5. Представлены различные отличительные особенности при организации ИОС, реализации и использовании системы АДО, а также выделены основные компоненты, модели и технологии используемые для обеспечения информационного взаимодействия между разными техническими средствами и субъектами различных категорий.
6. Приведена классификация субъектов ИОС задействованных в системе АДО, решающих различные задачи и выполняющих определенные функции при работе со средствами автоматизации, в качестве которых выступает набор аппаратного и программного обеспечения используемого на оборудованных АРМ.
7. Представлена организация и состав ИОС, выделены функции отдельных компонентов, разных подсистем, средств автоматизации, источников и носителей информации.
8. Рассмотрены специфика использования и отличительные особенности источников и носителей информации, а также средств автоматизации технологического процесса АДО.
9. Проведен анализ и систематизация существующих классических (традиционных) и современных (компьютерных) моделей и технологий реализации информационного взаимодействия между субъектами и средствами обучения.
10. Приведены результаты сравнительного анализа технических характеристик и эксплуатационных возможностей некоторых систем АДО и их компонентов.
11. Представлены основные параметры оценки современных средств обучения используемых в основе автоматизированной ИОС, а также их возможности.
12. Выделены особенности информационного взаимодействия между субъектами и средствами обучения в ИОС АДО, а также факторы, оказывающие существенное влияние на эффективность формирования знаний контингента обучаемых.
13. Обосновано влияние компонентов системы АДО на здоровье потребителей, рассмотрены некоторые положения «Санитарных правил и норм», действующих на территории РФ и регламентирующих организацию АРМ непосредственно при работе разных категорий пользователей с видео-дисплейными терминалами различного типа.

### **3. Среда автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей**

Создание контура адаптации в ИОС системы АДО инициирует добавление БПКМ, содержащего КМ субъекта обучения (параметры, отражающие ИОЛСО) и КМ средства обучения (параметры, характеризующие потенциально возможный набор типов и видов ОВ генерируемых средствами обучения). При этом применение традиционных организационных моделей и технологий (классно-урочная и проектно-групповая) в основе ИОС системы АДО со свойствами адаптации на основе БПКМ приобретает особый интерес, поскольку позволяет внедрить и апробировать инновационные подходы, методы, модели и технологии при реализации программного, методического и прочих видов обеспечения процесса обучения.

Реализация системы АДО со свойствами адаптации на основе БПКМ отражается на организационном, техническом и методическом обеспечении, а также сводится к:

- созданию новой (инновационной) ИОС ОУч – разработка инфраструктуры образовательной среды ОУч и различных компонентов системы АДО;
- модификации существующей ИОС (модернизация и конверсия компонентов) – изменение и добавление компонентов, их алгоритмов и принципов функционирования, повышающих эффективность (результативность) функционирования системы АДО.

АДО представляет собой управляемый технологический процесс включающий совокупность заделов (этапов, фаз) обеспечивающих трансформацию и перенос исходных структурированных данных (информации) из сознания преподавателя в сознание обучаемого: извлечение первичной информации (знания эксперта в предметной области); представление структурированной информации посредством определенной модели, отражающей содержание предмета изучения; сохранение информации в БД с наполнением по предмету изучения; извлечение информации из БД средством обучения; обработка информации с учетом заданного множества параметров отображения; генерация информационного фрагмента (последовательности информационных фрагментов); восприятие ОВ зрительной и слуховой сенсорными системами обучаемого (субъекта обучения); обработка информации психофизиологическим конструктом головного мозга обучаемого и ее понимание; выборка операциональными структурами мозга актуальной информации и ее использование в различных образовательных ситуациях; выработка решения (ответа на вопрос); анализ корректности полученного решения (ответа), содержание которого существенно влияет на эффективность формирования знаний, навыков и опыта обучаемого.

При реализации ИОС необходимо учитывать ИОЛСО и специфику процесса информационного взаимодействия между субъектами и средствами системы АДО.

В основе созданной структуры ИОС находится компьютерная система АДО, реализуемая по модульному принципу (классически), но, наряду с ЭУ и ДМ, структурно включающая модуль адаптации на основе БПКМ, что позволяет реализовать индивидуально-ориентированную модель обучения и провести апробацию новых алгоритмов и технологий в основе автоматизированных средств обучения.

### **3.1. Сущность подхода к комплексному решению проблемы и постановка задач исследования**

Предлагаемый подход к анализу и повышению эффективности функционирования ИОС системы АДО со свойствами адаптации на основе параметрических КМ является сложной научной проблемой, инициирующей комплекс различных задач, ориентированных на создание новых и модификацию существующих компонентов:

- внесение модификаций в организацию АДО – добавление новых функций разнородным структурным подразделениям ОУч (учебного или научного центра);
- внесение изменений на различных этапах технологического процесса АДО – добавление в календарные планы новых мероприятий, позволяющих реализовать контур адаптации на основе БПКМ (КМ субъекта обучения и КМ средства обучения);
- совершенствование алгоритмов и принципов функционирования компонентов ИОС – реализация архитектуры адаптивного ЭУ (средства обучения) оперирующего на основе процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов, обеспечивающего учет и обработку ИОЛСО и УОЗО, содержащихся в БПКМ;
- создание ТКМ, включая ряд методик и алгоритмов в ее основе, позволяющих проводить анализ и оценку эффективности функционирования ИОС АДО;
- формирование структур КМ субъекта обучения и КМ средства обучения;
- разработку комплекса программ для автоматизации задач исследования.

ТКМ предназначена для создания, анализа и повышения эффективности функционирования ИОС системы АДО со свойствами адаптации на основе КМ.

Методика использования ТКМ формализует последовательность этапов ТКМ, назначение и особенности использования для системного анализа ИОС системы АДО.

Алгоритм формирования структуры КМ позволяет произвести (ре)конструирование КМ представленной посредством одного из созданных способов представления (ориентированный граф с элементами теории множеств, структурная схема и прочие).

Методика исследования параметров КМ обеспечивает постановку и проведение серии экспериментов направленных на исследование параметров КМ посредством прикладного ДМ содержащего в БД набор специальных методов исследования.

Алгоритм обработки апостериорных результатов тестирования (диагностики) позволяет сформировать интервальную шкалу и функцию оценивания, а также рассчитать значения набора коэффициентов (на основе параметров КМ), позволяющих оценить качество определенного теста (метода исследования), включающего набор вопросов и состояние обучаемого (УОЗО и ИОЛСО).

Предложенные далее методики и алгоритмы используются на различных этапах итеративного цикла ТКМ, обеспечивая комплексность системного анализа посредством использования реконструируемого репертуара параметров КМ и модификации ИОС системы АДО со свойствами адаптации на основе БПКМ, включающей две КМ.

Структура комплексного подхода к анализу, синтезу и повышению эффективности функционирования ИОС системы АДО со свойствами адаптации на основе БПКМ представлена непосредственно на рис. 3.1, включая ТКМ, КМ и комплекс программ.

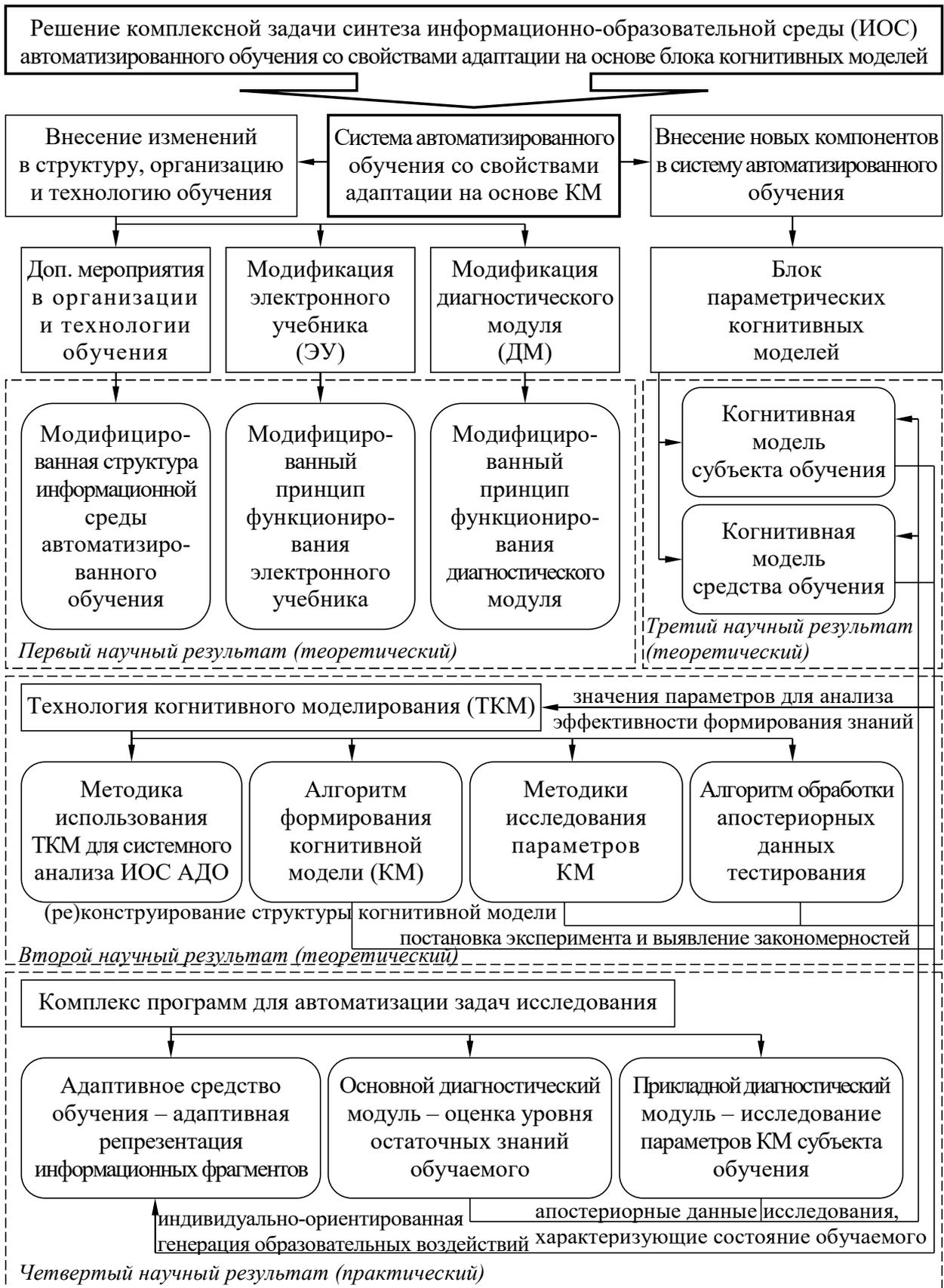


Рис. 3.1. Комплексный подход к созданию и анализу информационно-образовательной среды автоматизированного обучения с элементами адаптации на основе блока параметрических когнитивных моделей

### 3.2. Модификации в организации информационно-образовательной среды для реализации учета индивидуальных особенностей контингента обучаемых

Особенности организации ИОС системы АДО со свойствами адаптации на основе КМ предполагают внесение ряда модификаций представленных на рис. 3.2.

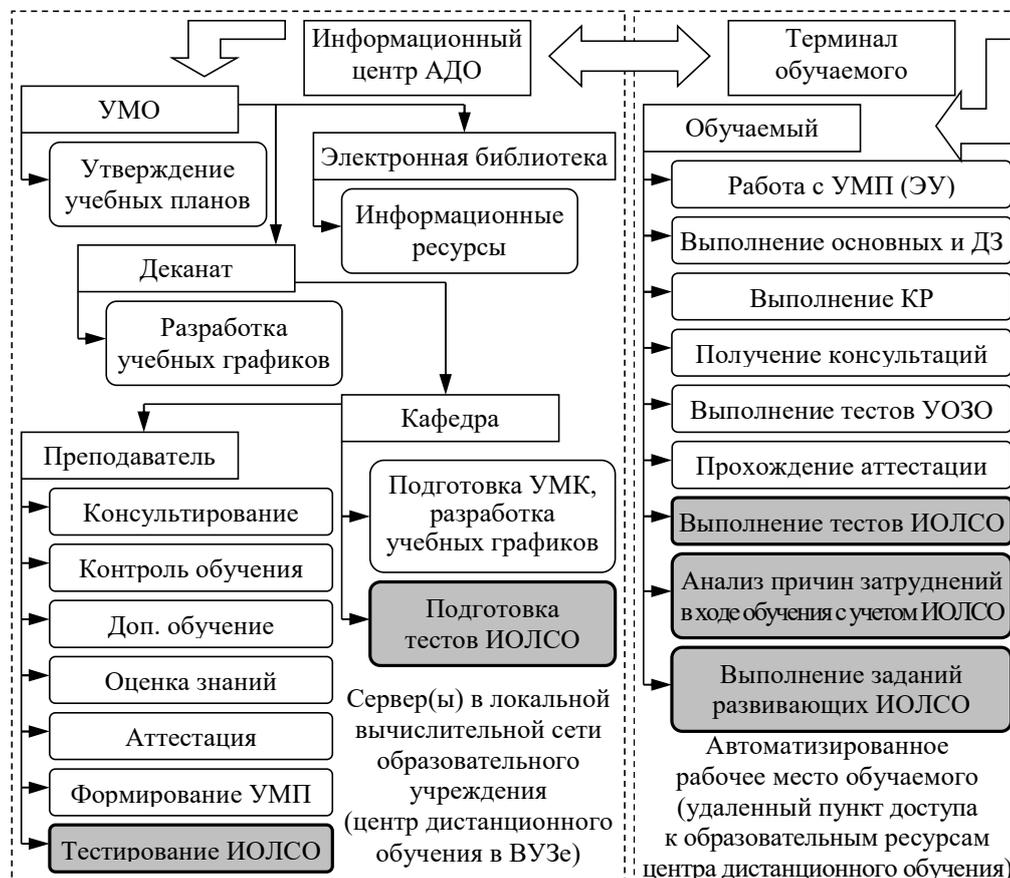


Рис. 3.2. Модификации в организации информационной среды образовательного учреждения для обеспечения учета индивидуальных особенностей личности субъектов обучения

ИЦ ОУч высшего образования или его регионального представительства обслуживает совокупность подразделений: учебно-методический отдел (УМО), деканат факультета, кафедру, лабораторию, обеспечивающие образовательный цикл по комплексу дисциплин согласно учебному плану, используя для этой цели УМК по дисциплинам и привлекая различных преподавателей, владеющих ИТ обучения.

ИЦ ОУч содержит АРМ преподавателей и обучаемых, оборудованные техническими средствами доступа к основным компонентам ИОС системы АДО (ЭУ и ДМ) и образовательным ресурсам (электронная библиотека и ресурсы сети "Internet").

Для реализации дополнительного контура адаптации на основе ИОЛСО в ИОС организационным единицам необходимо выполнить ряд мероприятий (функций):

- информационный центр – обеспечить подготовку тестов ИОЛСО (кафедра или подразделение), осуществить тестирование ИОЛСО (преподаватель);
- АРМ (терминал) обучаемого – на начальном этапе выполнить тесты ИОЛСО и при необходимости тесты развивающие ИОЛСО (обучаемый).

### 3.3. Модификации в технологии автоматизированного обучения для реализации контура адаптации на основе когнитивных моделей

АДО – информационный процесс, построенный по принципу обратной связи и включающий последовательность этапов обработки информации (рис. 3.3):

- планирование процесса обучения на семестр – осуществляется деканатом;
- подготовка УМК по дисциплинам – формирование УМК на кафедрах;
- фаза АДО по дисциплинам – реализуется ПО поддержки цикла обучения и адаптивным средством обучения (ЭУ), осуществляющим управление процессом АДО на основе УОЗО и ИОЛСО в процессе СР обучаемого над комплексом дисциплин, используя УМП на бумажном и электронном носителях;
- анализ и контроль – преподаватель общается с контингентом обучаемых посредством набора технических средств ИОС АДО, а также при личном контакте: проводит консультации, дополнительное обучение и оценку УОЗО.



Рис. 3.3. Модификации в технологическом процессе формирования знаний при реализации автоматизированного личностно-ориентированного обучения

На этапе подготовки УМК требуется подготовить тесты ИОЛСО, на этапе анализа и контроля протестировать ИОЛСО, а затем выявить рекомендуемый стиль представления информации, причины затруднений обучаемого в процессе обучения и занести результаты в электронную зачетную книжку (ЭЗК).

### 3.4. Структура среды автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей

Информационная среда АДО со свойствами адаптации на основе КМ интегрирует в своей основе аппаратное, программное и алгоритмическое обеспечение при реализации различных компонентов (как техническая система) и субъектов обучения разных категорий, выполняющих определенный набор функций в процессе решения задач (как социальная система).

Общая структура системы АДО со свойствами адаптации на основе параметрических КМ (рис. 3.4) включает 6 каналов и 2 уровня информационного взаимодействия (исследуются прямая и обратная связи при рассмотрении закономерностей информационного взаимодействия субъектов обучения и средств обучения):

- первый уровень – канал инкапсуляции информации как первообразной знаний (семантическая модель содержания дисциплины), канал анализа параметров КМ субъекта обучения и канал анализа эффективности обучения (УОЗО);
- второй уровень – канал репрезентации структурированной информации как агрегата знаний, канал диагностики ИОЛСО и канал тестирования УОЗО.

Процесс информационного взаимодействия как обмена совокупностью информационных фрагментов (сообщений) между субъектами и средствами обучения в определенной ИОС системы АДО является существенно опосредованным – источники информации (преподаватели, эксперты в предметной области и методисты) взаимодействуют с потребителями информации (абитуриенты и обучаемые) посредством использования различных аппаратных и программных компонентов. Набор функций и задач позволяет выделить определенные компоненты ИОС АДО.

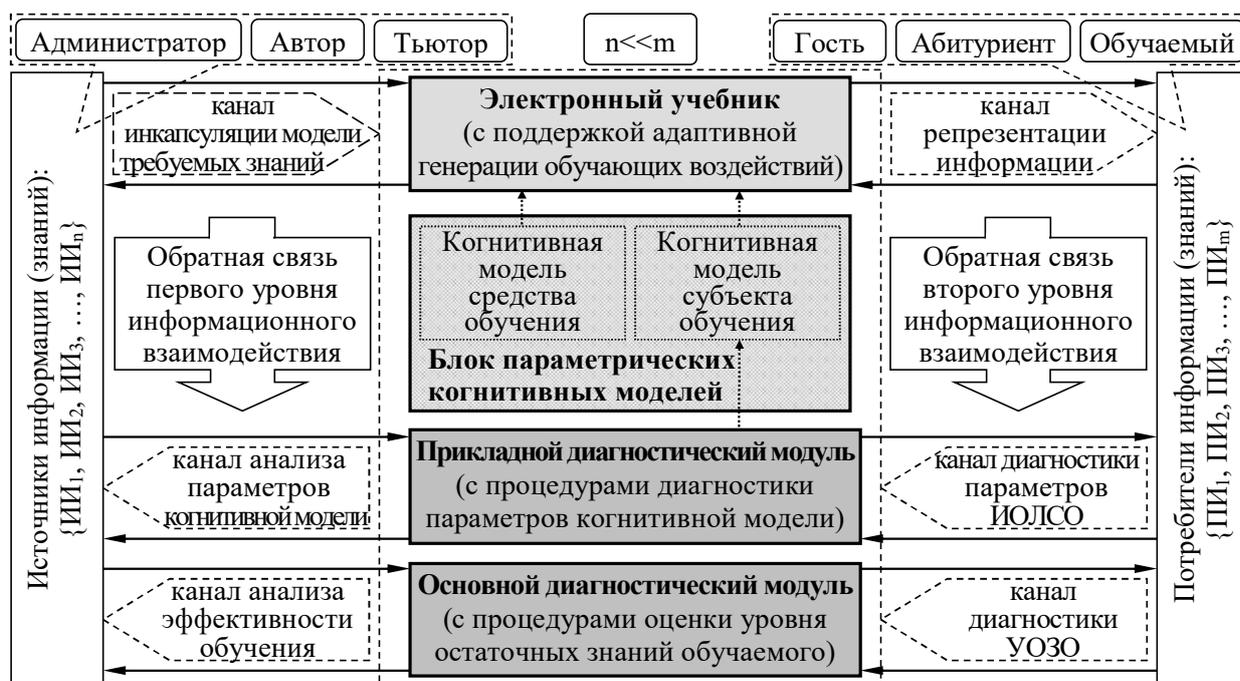


Рис. 3.4. Структура системы автоматизированного (дистанционного) обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей

Предложенная структура ИОС системы АДО со свойствами адаптации на основе КМ включает ряд компонентов и каналов информационного обмена и образует замкнутый контур, в котором циркулирует информация в виде данных различного типа.

Каждый из рассматриваемых каналов информационного взаимодействия рассматривается по отношению к определенному компоненту ИОС системы АДО, выполняющему набор функций и задач: ЭУ, БПКМ, основной и прикладной ДМ.

Канал инкапсуляции модели требуемых знаний позволяет преподавателю (эксперту, методисту и психологу) ввести в БД системы АДО предварительно структурированную информацию, отражающую содержание определенного предмета изучения.

Канал репрезентации информации реализует отображение совокупности информационных фрагментов обеспечивающих формирование знаний обучаемых.

Канал диагностики ИОЛСО обеспечивает непрерывное поступление апостериорных данных автоматизированного исследования значений параметров БПКМ.

Канал анализа параметров КМ позволяет обеспечить возможность найти статистические зависимости и выявить закономерности на основе апостериорных данных полученных в ходе исследования параметров КМ, содержащихся в БПКМ.

Канал тестирования УОЗО позволяет реализовать трансляцию результирующих значений полученных в процессе автоматизированной диагностики уровня остаточных знаний контингента обучаемых на основе интервальной шкалы и функции оценивания посредством сформированного набора тестов по изучаемым дисциплинам.

Субъекты ИОС системы АДО дифференцируются на две категории: источники информации (тьютор, преподаватель и эксперт) и потребители информации (гость, абитуриент и обучаемый) как агрегата знаний по набору дисциплин. Опосредованность информационного взаимодействия между субъектами обучения различных категорий, взаимодействующих посредством средств ИОС системы АДО существенно влияет на уровень формирования знаний, навыков и опыта обучаемого, поэтому актуализируется необходимость рассмотрения физиологических, психологических и лингвистических особенностей канала информационного обмена в ИОС системы АДО. Использование представленной схемы организации ИОС системы АДО оправдано, если число обучаемых ( $m$ ) существенно превосходит число преподавателей ( $n$ ).

Каждый из представленных компонентов ИОС предполагает разграничение прав доступа к информации разного вида содержащейся в банке данных, включающем совокупность БД: БД пользователей обучающей системы, БД с содержанием по предметам изучения ЭУ, БД тестов по предметам изучения (УОЗО), БД методов исследования (тестов) ИОЛСО, БД апостериорных результатов исследования (диагностики в форме тестирования).

Система АДО – неотъемлемая часть современной ИОС ОУч, что отражается на программной реализации ее компонентов и организации АРМ пользователей, при этом предусматриваются различные технологии доступа к ее ресурсам: локальный – непосредственно из сети “Intranet” образовательного (научного) центра; открытый – посредством региональных образовательных сетей и глобальной сети “Internet”.

### 3.4.1. Назначение и функции адаптивного электронного учебника

Адаптивный ЭУ выступает непосредственно компонентом ИОС системы АДО и реализует индивидуально-ориентированную модель обучения посредством процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов, оперирующего на основе БПКМ.

Сохранение и извлечение предварительно структурированной информации в адаптивном средстве обучения (ЭУ) реализовано посредством БД позволяющей использовать семантическую модель представления содержания дисциплины.

Общие характеристики и требования к современному ЭУ включают:

1. Необходимо обеспечить возможность представления каждого информационного фрагмента различным способом: текст, таблица, статическое графическое изображение (плоская схема или объемная схема) и динамическое графическое изображение.
2. Реализация максимальной индивидуальной ориентации и адаптации процесса АДО к состоянию обучаемого (субъекта обучения) достигается за счет учета УОЗО и ИОЛСО.
3. Разработка алгоритмического обеспечения и программной реализации ЭУ с целью возможности достижения и превышения заданного УОЗО сопоставимого с достигнутым посредством использования традиционных технологий (лекция и семинар).
4. Для подготовки и наполнения ЭУ содержанием по дисциплине требуется предварительно структурировать имеющуюся информацию на основе определенной модели представления знаний (структурированных данных) используемой в архитектуре ЭУ, реализующую гибкий доступ к БД с наполнением по предметам.
5. Для наполнения ЭУ содержанием теоретического курса лекций его необходимо трансформировать для хранения данных на электронном носителе информации, который впоследствии можно практически использовать в ИОС АДО, а также быстро распечатать его содержание, что является удобным для динамически изменяющихся дисциплин, над которыми работает коллектив авторов (специалистов).
6. На иллюстрациях в ЭУ, отражающих сложные модели, процессы или устройства, необходимо предусмотреть возможность изменения масштаба рассмотрения, мгновенно всплывающие подсказки, появляющиеся или исчезающие синхронно с движением курсора по отдельным элементам карты, плана, схемы, чертежа сборки изделия, пульта управления объектом, элемента системы и прочего.
7. Рассмотрение сложных объектов в ЭУ требует использовать многооконный интерфейс, когда каждое последующее нажатие кнопки пользователем инициирует открытие нового окна содержащего связанную информацию: базовое окно – общий план здания; первичное производное окно – план комнаты или ее панорама; вторичное производное окно – дополнительная информация и последующие окна.
8. ЭУ требуется снабдить словарем с перечнем ключевых терминов и определений, алфавитным указателем, поисковой подсистемой по совокупности индексов, а отображаемый в его окнах интерфейса текст должен сопровождаться многочисленными перекрестными ссылками, позволяющими облегчить навигацию по структуре курса и сократить время поиска необходимой информации.

Отличительными особенностями разработанного адаптивного ЭУ выступают:

1. Особенности реализации архитектуры адаптивного ЭУ (средства обучения):
  - архитектура ЭУ включает ряд уровней: интерфейсный – обеспечивает взаимодействие различных категорий пользователей в разных режимах функционирования программы; ядра – набор процедур и алгоритмов, реализующих управление и обработку данных, а также событий инициированных конечным пользователем и системой; доступа к данным – содержит программный механизм обработки запросов для поиска, сохранения и удаления содержимого информационных полей в БД;
  - поддержка аутентификации конечных пользователей различных категорий, регистрации новых и модификации личных данных существующих пользователей;
  - ЭУ оперирует на основе процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов учитывая ИОЛСО содержащиеся в БПКМ, выступает компонентом разработанного комплекса программ для автоматизации задач исследования ИОС АДО и реализован с использованием объектно-ориентированного подхода в интегрированной RAD-среде программирования Borland C++ Builder (и ASP.NET);
  - архитектура ЭУ обеспечивает потенциальную возможность его функционирования согласованно с ДМ, что позволяет выявить сложные для изучения разделы дисциплины посредством промежуточного и итогового контроля и оценки УОЗО, реализуя обратную связь преподавателя с обучаемым для снятия неопределенностей в случае возникновения затруднений (ошибок) на протяжении всего цикла АДО.
2. Требования к информации, отражающей содержание дисциплины (предмета изучения):
  - возможно сохранение информации различного типа по предмету изучения: текст, таблица, графическое изображение, аудио- и видео-поток данных;
  - информацию по определенной дисциплине или учебному курсу необходимо глубоко структурировать и представить в виде множества законченных информационных фрагментов, включающих ряд новых понятий (добавляются в перечень);
  - необходимо обеспечить подбор модели представления знаний с учетом последующего структурирования и использования информации по дисциплине.
3. Особенности отображения последовательности информационных фрагментов:
  - поддержка смены способа представления информационных фрагментов, отражающих содержание дисциплины (текст, плоская схема, объемная схема, таблица, аудио-, видео-поток, активные графические элементы и прочие);
  - предъявление информации разного типа с разделением во времени – отображение содержания информационного фрагмента определенным способом адекватно особенностям восприятия и обработки информации субъекта обучения;
  - возможность репрезентации информации без разделения во времени – комбинированное отображение информационных фрагментов представленных различным способом для повышения уровня восприятия информации;
  - предварительная установка параметров алгоритмов и определение последовательности отображения информационных фрагментов различного типа.

4. Программная реализация ЭУ предусматривает набор различных функций:
  - поддержка быстрой аутентификации пользователей различных категорий (гость, абитуриент, обучаемый, автор курса, тьютор и администратор);
  - возможность загрузки личных данных обучаемого, включая параметры КМ регулирующие способ и параметры отображения информационных фрагментов адекватно индивидуальным особенностям обучаемого (ИОЛСО и УОЗО);
  - максимальная гибкость при вводе предварительно структурированной информации, отражающей содержание дисциплины (предмета изучения) за счет доступного в режиме администрирования конструктора отображаемого контента ЭУ;
  - поддерживает интеграцию с компонентами реализующими лабораторный практикум и задачник, обеспечивая максимальный эффект восприятия в ходе АДО.
5. Особенности реализации и использования интерфейса ЭУ (средства обучения):
  - многоязыковая поддержка отображения идентификаторов элементов интерфейса с потенциальной возможностью добавления и удаления языковых словарей;
  - реализуется отображение всплывающих подсказок (объяснений) непосредственно при запуске и выполнении пользователем некорректных действий и операций;
  - динамические формы для каждого из режимов функционирования ЭУ;
  - каждая форма интерфейса программы сегментирована на разнородные группы, в которых расположены элементы, выполняющие определенный набор функций;
  - наличие элементов навигации, позволяющих переключать режимы работы и выбирать для просмотра дисциплину, раздел, модуль, параграф или страницу.
6. Особенности реализации режимов функционирования ЭУ (средства обучения):
  - режим администрирования позволяет вносить перечень групп пользователей, модифицировать их параметры и сохранять структурированный материал;
  - режим адаптивного обучения позволяет обеспечить адаптивную генерацию информационных фрагментов адекватно ИОЛСО (параметры БПКМ) и УОЗО.
7. Реализация хранения и извлечения информации в ЭУ (средстве обучения):
  - семантическая модель сохранения и извлечения информации позволяет обеспечить наполнение контента ЭУ и обеспечить последовательное отображение набора информационных фрагментов различными способами (текст, таблица, плоская схема, объемная схема, аудио-поток и видео-поток);
  - непосредственное сохранение и извлечение данных информационных фрагментов, содержащихся в информационных полях форм интерфейса программы осуществляется в различные БД, оперирующие на основе реляционной модели данных: БД учетных записей пользователей, БД с наполнением по предметам изучения, БД тестов по предметам, БД тестов ИОЛСО, БД неактивных пользователей и резервная БД;
  - БД поддерживает несколько форматов и реализована на основе Paradox for Windows и MS SQL Server, а (микро-)программное окружение и среду ее исполнения обеспечивает операционная система MS Windows 2000/XP/Vista/8.1/10.

### 3.4.2. Назначение и функции основного диагностического модуля

Мониторинг обучения (на расстоянии) как управляемого технологического процесса обеспечивающего формирование знаний контингента обучаемых требует реализации текущей и итоговой оценки УОЗО посредством ДМ и контролирующих программ.

Основные характеристики и требования к современному ДМ включают:

1. Возможность использования информации различного типа (текст, плоская и объемная схема, статическое и динамическое графическое изображение) при отображении содержания каждого вопроса и вариантов ответа испытуемому.
2. Разработка программной реализации ДМ на основе инновационных алгоритмов, обеспечивающих различные стратегии отображения тестовых заданий и создание методов обработки ответов испытуемого на основе различных шкал и функций оценивания, непосредственно обеспечивающих максимально возможную точность оценки УОЗО.
3. Реализация новых алгоритмов в основе средств мониторинга и обработки апостериорных результатов тестирования накопленных на протяжении нескольких лет.
4. Обеспечение структурирования элементов тестового задания на основе одной из моделей представления данных (знаний) для оптимизации хранения в БД, времени формирования перечня вопросов и установки значений их параметров (количество возможных вариантов ответа, тип селектора правильного варианта ответа, интервал времени на выработку правильного ответа и прочие параметры).
5. Реализация непрерывной регистрации данных, отражающих ответы испытуемого и отображаемые вопросы, генерируемые алгоритмом формирования заданий ДМ с поддержкой функции автоматического подбора перечня вопросов с учетом нескольких вариантов ответа испытуемого и УОЗО, а также поддержка их сохранения на электронном носителе информации и вывода на печать при необходимости для конечного пользователя.
6. Поддержка возможности навигации и масштабирования отображаемых графических элементов сопровождающих формулировку вопросов тестовых заданий, а также реализация функции отображения объяснения содержащего корректный ответ на вопрос (с комментариями в случае неверного ответа испытуемого).
7. Обеспечение возможности ДМ функции переключения между вопросами в течение отведенного интервала времени на выработку ответов испытуемым.
8. Возможность принудительного ограничения интервала времени (задается заранее), непосредственно отведенного на весь цикл автоматизированной диагностики УОЗО и (или) на выработку ответа, который дается испытуемым на каждый вопрос в отдельности.
9. Реализация сохранения параметров статуса испытуемого в БД, возможность компоновки апостериорных данных и создания выборок для последующего анализа.

Поддержка ДМ возможности отображения перечня дисциплин, разделов, модулей, параграфов и информационных фрагментов дисциплины с низкой оценкой УОЗО, подлежащих повторному (дополнительному) изучению обучаемым (субъектом обучения), а также обеспечение быстрого перехода к их содержанию посредством использования системы ссылок относительно семантической модели содержания предмета изучения в основе ЭУ.

- К основным отличительным характеристикам основного ДМ следует отнести:
1. Интерфейс основного ДМ разработан с учетом многоязыковой поддержки как на уровне идентификаторов интерфейсных элементов, так и на уровне содержания отображаемых вопросов и ответов, а также имеет всплывающие подсказки.
  2. ДМ предусматривает аутентификацию пользователей различных категорий, выполняющих различные задачи и функции при работе с основным ДМ.
  3. Основной ДМ оперирует в нескольких режимах (выбираются пользователем):
    - режим администрирования – позволяет обеспечить конструирование вопрос-ответных структур тестовых заданий, задать параметры отображения каждого вопроса, настроить интервальную шкалу и функцию оценивания ответов испытуемого, ввести и модифицировать перечень групп и личных данных испытуемых, а также проанализировать апостериорные данные тестирования УОЗО;
    - режим диагностики – реализует автоматизированное тестирование УОЗО и формирование статуса испытуемого (субъекта обучения), включающего количество правильных и неправильных ответов, сумму набранных баллов, УОЗО измеренный по различным шкалам, обеспечивающим грубую и точную оценку.
  4. Конструктор тестовых заданий автоматизирует технологический процесс создания вопрос-ответных структур и позволяет модифицировать ряд параметров диагностики:
    - количество вариантов ответа на каждый вопрос в составе теста (метода исследования);
    - тип селектора ответа на вопрос – однозначный выбор (1 правильный из N возможных) или многозначный (M правильных ответов из N потенциально возможных);
    - тип варианта ответа: фиксированный ответ – испытуемый выбирает один или несколько вариантов ответа из предустановленного перечня; открытый (свободный ответ) – вводится испытуемым (конечным пользователем) посредством клавиатуры в специальное пустое информационное поле; ассоциативный ответ – достигается за счет установки принадлежности каждого элемента (ответа) из одного столбца (перечня ответов) элементу расположенного в другом столбце (перечне ответов);
    - вид информации, используемой в формулировках вопроса и перечня ответов: текстовый – содержит формулировки в виде текста (текстологическое содержание); графический – содержит статические и динамические графические элементы и аудио-визуальный – предусматривает воспроизведение аудио- или видео-потока (файла);
    - наличие подсистемы объяснения – позволяет отображать обучаемому пояснения к определенным вопросам в случае выбора неверного варианта ответа на вопрос;
    - всплывающие подсказки – обеспечивают отображение комментариев о назначении элементов интерфейса ДМ и возникающих ошибках при выполнении пользователем некорректных операций или последовательности действий.
  5. Процедура тестирования с использованием основного ДМ реализуется посредством использования набора тестовых заданий и алгоритмов оценки УОЗО, которые реализованы на определенном языке программирования и дифференцируются в зависимости от набора используемых параметров (критериев оценки).

### 3.4.3. Назначение и функции прикладного диагностического модуля

Прикладной ДМ обеспечивает автоматизированную диагностику ИОЛСО посредством использования набора специализированных методов, позволяющих выявить физиологические, психологические и лингвистические особенности контингента обучаемых.

К основным отличительным характеристикам прикладного ДМ относятся:

1. Интерфейс прикладного ДМ аналогичен интерфейсу основного ДМ – поддерживает несколько языков, обеспечивая выбор из имеющегося перечня, добавление или удаление языков и соответствующих им словарей:
  - процедура аутентификации пользователей предусматривает добавление новых и регистрацию в системе существующих пользователей различных категорий.
2. Прикладной ДМ функционирует в нескольких различных режимах:
  - режим администрирования – позволяет непосредственно обеспечить конструирование вопрос-ответных структур тестовых заданий, задать параметры отображения каждого вопроса (задания), настроить интервальную шкалу и функцию оценивания испытуемых, ввести и модифицировать перечень групп и личных данных испытуемых, а также проанализировать апостериорные данные тестирования УОЗО;
  - режим диагностики – реализует тестирование УОЗО и формирование статуса испытуемого, включающего количество (не)правильных ответов, сумму набранных баллов, УОЗО измеренный по различным шкалам, обеспечивающим грубую и точную оценку.
3. Конструктор тестовых заданий автоматизирует технологический процесс создания вопрос-ответных структур и позволяет модифицировать ряд параметров диагностики:
  - перечень наименований локализаций и адаптаций метода исследования;
  - перечень наименований блоков вопросов (субтестов) метода исследования;
  - параметры отображения каждого вопроса (элементарного задания);
    - тип информации содержащейся в формулировке вопроса (задания);
    - параметры отображения графики (перед или синхронно с вопросом);
    - вид информации, используемой в формулировках вопроса и перечня ответов: текстовый; графический; аудио-визуальный; смешанный и другие;
  - параметры вариантов ответа на вопрос метода исследования (теста);
    - количество вариантов ответа на вопрос (задание) входящий в субтест;
    - тип информации содержащейся в контенте вариантов ответа на вопрос;
    - тип варианта ответа: фиксированный, открытый (свободный) и ассоциативный;
    - способ отображения вариантов ответа на вопрос метода исследования (теста);
    - тип селектора ответа на вопрос – однозначный выбор (1 правильный из N возможных) или многозначный (M правильных ответов из N возможных).

Процедура тестирования с использованием прикладного ДМ реализуется посредством использования набора тестовых заданий и алгоритмов оценки УОЗО, которые реализованы на определенном языке программирования и дифференцируются в зависимости от набора используемых параметров (критериев оценки испытуемого).

#### **3.4.4. Назначение и состав блока параметрических когнитивных моделей**

Разработанный БПКМ непосредственно обеспечивает функционирование адаптивного средства обучения (ЭУ) и вместе с ним располагается в основе структуры ИОС системы АДО со свойствами адаптации на основе БПКМ.

БПКМ служит основой для реализации контура адаптации в ИОС системы АДО:

- КМ субъекта обучения – модифицируемый в ширину и глубину репертуар параметров, характеризующих индивидуальные особенности восприятия, обработки и понимания содержания информационных фрагментов, отображаемых обучаемому;
- КМ средства обучения – аккумулирует множество разнородных параметров визуальной и звуковой репрезентации информации различного вида, представляемой обучаемому (субъекту обучения) разным способом посредством использования определенного стиля с предустановленной скоростью, которые отражают технические характеристики средства обучения при индивидуально-ориентированной генерации информационных фрагментов.

Структура обеих КМ (ре)конструируется посредством использования алгоритма формирования структуры КМ, входящего в основу ТКМ (предлагается далее).

При разработке структуры параметрической КМ учитывались научные основы психофизиологии восприятия, когнитивной психологии и прикладной лингвистики.

Набор параметров КМ средства обучения постоянно уточняется на протяжении жизненного цикла программной реализации адаптивного ЭУ (средства обучения), а их значения выбираются и устанавливаются на основе технического описания.

Параметры КМ субъекта обучения необходимо предварительно диагностировать посредством прикладного ДМ, БД которого содержит заранее подобранный набор методов позволяющих исследовать особенности восприятия, обработки и понимания определенной последовательности информационных фрагментов из области физиологии сенсорных систем, когнитивной психологии и прикладной лингвистики.

Обе КМ концентрируют параметры, характеризующие факторы, оказывающие существенное влияние на эффективность формирования знаний контингента обучаемых посредством использования средств обучения, расположенных в основе ИОС АДО.

Адаптивный ЭУ реализует индивидуально-ориентированную модель АДО и содержит в своей основе процессор адаптивной репрезентации информационных фрагментов, включающий непосредственно две процедуры извлечения значений параметров и три управляющих модуля обеспечивающих обработку и установку оптимального сочетания физиологических, психологических и лингвистических параметров отображения информации адекватно ИОЛСО посредством алгоритмов и процедур.

При выключении режима адаптивного обучения ЭУ (средства обучения) загрузка и обработка значений параметров БПКМ не осуществляется, а процессор адаптивной репрезентации последовательности информационных фрагментов использует значения параметров отображения по умолчанию (предварительно устанавливаются).

БПКМ непосредственно позволяет осуществить комплексный системный анализ информационного взаимодействия между разнородными субъектами и средствами обучения, а также охарактеризовать эффективность формирования знаний обучаемых в ИОС АДО.

### **3.5. Обработка и извлечение информации, структурирование данных и представление знаний для наполнения электронного учебника**

При разработке адаптивных интеллектуальных средств и сред обучения извлечение информации, структурирование и формализация полученных данных выступает сложной научной проблемой (теоретической и практической), поскольку инициирует подбор и использование специальных методов и процедур, предполагающих практическое использование различных средств автоматизации на основе современных достижений в области ИТ, применяемых в сфере образования.

Решение данной проблемы инициирует анализ различных этапов АДО:

1. На этапе разработки, модернизации и реорганизации компонентов ИОС с учетом наличия инновационного контура адаптации на основе БПКМ:
  - выделение требований, задач и ограничений к информации, используемой в определенном компоненте системы АДО входящей в инфраструктуру ИОС;
  - реорганизация и модификация архитектуры компонентов ИОС и выделение структуры информационных потоков между информационными ресурсами и средствами обучения в основе автоматизированной образовательной среды;
  - интеграция новых компонентов на основе особенностей архитектуры ИОС системы АДО образованной существующими разнородными компонентами;
  - выделение существенных недостатков в алгоритмическом обеспечении и программной реализации существующих компонентов ИОС системы АДО;
  - модернизация алгоритмов и принципов функционирования разнородных компонентов системы АДО с учетом внесенных изменений в основе ИОС;
  - установка областей допустимых значений и пределов вариации в параметрах позволяющих настраивать алгоритмы функционирования компонентов ИОС системы АДО и влияющих на подбор оптимального сочетания значений параметров при генерации информационных фрагментов адекватно ИОЛСО.
2. На этапе конфигурирования адаптивных средств ИОС АДО на основе БПКМ:
  - выбор оптимальной конфигурации аппаратного обеспечения ПЭВМ и подготовка операционной системы для реализации среды программного окружения, позволяющей настраивать, запускать и выполнять различные компоненты ИОС АДО, обеспечивающие поддержку технологического процесса формирования знаний;
  - анализ технических возможностей отображения информации разными способами и подбор актуального множества параметров КМ средства обучения;
  - ввод идентификаторов параметров КМ субъекта обучения характеризующих ИОЛСО при использовании автоматизированного средства обучения с элементами адаптации на основе инновационного БПКМ;
  - разработка руководства для пользователей и технического описания на программное обеспечение, реализующее различные функции;
  - создание шаблонов, содержащих параметры автоматизированных средств обучения для различных категорий пользователей.

3. На этапе наполнения БД расположенных в основе комплекса программ:
  - получение информации – предполагает отбор информационных ресурсов, поиск и извлечение информации из различных источников и носителей;
  - структурирование данных – выделение ключевых объектов и их свойств, сущностей и понятий, относящихся к рассматриваемому предмету изучения;
  - формализация полученных метаданных – использование одной из формальных или неформальных моделей представления данных и знаний (метаданных);
  - ввод значений параметров характеризующих перечень групп пользователей различных категорий и их отличительные особенности (ИОЛСО);
  - ввод актуального множества параметров характеризующих особенности генерации информационных фрагментов адаптивным средством обучения и определяющих вид предъявляемой информации, стиль и способ ее отображения.
4. На этапе предварительной диагностики УОЗО и ИОЛСО в форме тестирования:
  - использование основного ДМ для формирования выборок вопросов теста посредством определенного конструктора последовательности вопросов, каждый из которых предполагает один или несколько вариантов ответа;
  - подбор параметров входящих в определенный алгоритм тестирования, настройка шкал и функций оценивания основного и прикладного ДМ;
  - подбор локализованных и адаптированных для использования в определенной стране и регионе специальных методов и методик исследования ИОЛСО (физиологических, психологических, лингвистических и прочих), позволяющих реализовать сбор достоверных апостериорных данных посредством прикладного ДМ реализующего автоматизированную диагностику;
  - просмотр апостериорных данных диагностики ИОЛСО и наполнение БПКМ.
5. На этапе АДО с использованием адаптации на основе инновационного БПКМ:
  - настройка адаптивного средства обучения (ЭУ), предполагающая проверку корректности актуального множества параметров с учетом используемых требований к отображению информации, введенных ограничений и условий на значения, характеризующих математические допустимые пределы их вариации;
  - проверка структурной целостности БД содержащей множество предварительно установленных значений параметров КМ средства обучения и параметров КМ субъекта обучения диагностированных посредством набора методов на этапе предварительного тестирования посредством прикладного ДМ;
  - первичная инициализация БПКМ значениями параметров по умолчанию в случае отсутствия априорно заданного номинального значения определенного параметра в БД комплекса программ, позволяя реализовать адаптацию;
  - запуск ЭУ (средства обучения) в режиме адаптивного обучения позволяющего контингенту обучаемых изучить последовательность информационных фрагментов, которые отображаются индивидуально-ориентированно с учетом ИОЛСО и УОЗО.

6. На этапе текущего (промежуточного) и итогового тестирования УОЗО:
  - формирование выборок содержащих набор контрольных вопросов адекватно структурированному содержанию представляющему собой совокупность модулей, разделов, глав, параграфов и информационных фрагментов предмета изучения;
  - разработка алгоритмов генерации и предъявления последовательности контрольных вопросов, позволяющих реализовать автоматизированную диагностику (оценку) УОЗО;
  - разработка и установка значений параметров относящихся к шкалам и функциям оценивания УОЗО посредством набора методов исследования (тестов);
  - установка языка изложения, варианта и сложности теста, позволяющего реализовать автоматизированную диагностику УОЗО контингента обучаемых;
  - выбор нормативно единственного или нескольких корректных вариантов ответа на каждый вопрос отображаемый испытуемому из заранее сформированной выборки вопросов относящихся к определенному предмету изучения.
7. На этапе математической обработки посредством набора статистических методов:
  - разработка плана статистического анализа, предполагающего использование различных математических методов обработки апостериорных данных;
  - формирование и фильтрация выборок, выявление выбросов и артефактов;
  - выявление соответствия нормальному закону распределения последовательности номинальных значений в выборках показателей подлежащих статистическому анализу с использованием различных математических методов обработки апостериорных данных;
  - подбор оптимального сочетания математических методов из области статистики для обработки полученных выборок данных с учетом их свойств и особенностей;
  - формулирование предварительных выводов посредством статистических методов.
8. Выявление статистических закономерностей и обоснование причин затруднений в процессе формирования знаний контингента обучаемых с учетом комбинации предварительно выявленных значений характеризующих ИОЛСО и УОЗО:
  - выявление существенных факторов влияющих на повышение эффективности информационного взаимодействия между субъектами и средствами ИОС АДО;
  - анализ и усовершенствование структуры КМ посредством редукции и расширения набора параметров КМ в основе БПКМ в зависимости от степени их влияния на эффективность функционирования цикла АДО в ИОС;
  - разработка нового и модернизация существующего алгоритмического и программного обеспечения, интерфейса взаимодействия субъектов и средств обучения в ИОС АДО, позволяющего учитывать ИОЛСО и УОЗО;
  - получение выводов о возможных причинах затруднений в технологическом процессе формирования знаний обучаемых на основе полученных статистических данных и поиск путей повышения эффективности функционирования ИОС АДО;
  - разработка и модернизация алгоритмов в основе автоматизированных средств обучения, подбор оптимальных значений параметров отображения.

Технология извлечения знаний эксперта для создания ТСМ ЭУ посредством моделей представления знаний основана на теории интеллектуальных систем, учитывая:

- формализацию обучения как технологического процесса организованного по принципу обратной связи, включающего последовательность этапов;
  - организация ИОС, включающей различные структурные компоненты, выполняющие различные функции при реализации обмена информацией различного назначения между разнородными субъектами процесса АДО;
  - планирование процесса АДО, предполагающее разработку учебных планов, рабочих программ, методического обеспечения на электронных носителях, а также методов, алгоритмов и автоматизированных средств обучения;
  - разработка подходов, принципов и методов подбора, распределения и использования средств автоматизации АДО как управляемого технологического процесса;
  - поиск адекватного аппаратного, программного и методического обеспечения на основе существующих и инновационных достижений в области ИТ, позволяющего реализовать АДО с использованием моделей и технологий индивидуально-ориентированного и адаптивного обучения (на расстоянии);
  - формирование знаний обучаемого для достижения различных уровней знаний: изучение предметной области, выработка понимания сущности предмета изучения и выработка умения решать типовые задачи предметной области;
- подбор источников и носителей информации различного типа и назначения, обеспечивающих непосредственно поддержку функционирования ИОС АДО;
- выбор различных критериев отбора информации отражающей наиболее интересные закономерности в предметной области (проблемной сферы);
- разработку моделей отражающих смысловое описание сущностей и объектов в предметной области для реализации структурирования и моделирования с использованием достижений в области ИТ и средств автоматизации.

ТСМ обеспечивает поддержку процесса обучения на этапе подбора информации, наполнения контента ЭУ (средства обучения), репрезентации и овладения информацией.

Извлечение и структурирование информации, отражающей содержание дисциплины необходимо производить с учетом семантической модели дисциплины (предмета изучения), позволяющей обеспечить сохранение и выборку данных из БД с наполнением по предметам изучения посредством процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов в процессе функционирования адаптивного ЭУ (средства обучения).

Извлечение знаний предполагает процедуру, ориентированную на получение информации из различного рода источников: компетентный специалист-эксперт в предметной области и традиционный или электронный носитель информации.

Особенности архитектуры и принцип функционирования адаптивного ЭУ обуславливают необходимость предварительного структурирования извлеченной информации и ее формализации посредством одной из моделей представления данных (знаний), что позволяет облегчить ее последующее сохранение и использование.

### 3.5.1. Классификация источников информации

Существует большое количество различных источников информации, обеспечивающих возможность использования их содержания в ИОС АДО.

Выделим несколько критериев классификации источников информации:

1. По происхождению (типу носителя информации или источника информации):
  - естественные – преподаватель (эксперт и автор учебного курса), выступающий носителем редких знаний в одной или нескольких предметных областях;
  - искусственные – традиционные и электронные носители информации, система искусственного интеллекта (модель деятельности эксперта), выступающая инновационным аппаратно-программным комплексом, функционирующим на основе БД и накопленных знаний эксперта и ограниченного подмножества значений фактов по достижению цели посредством использования решающего устройства (решателя).
2. По позиции (расположению) в структуре процесса информационного обмена:
  - первичный источник информации – объект, процесс или явление, вычислимый (наблюдаемый) изоморфизм которого сопровождается генерацией сигналов (информация представляется в сигнальной форме), регистрируемых посредством датчиков, а значения наблюдаемого (актуального) множества параметров характеризуют его начальное, текущее или конечное состояние;
  - вторичный источник информации – содержит информацию, полученную и накопленную от первичного источника, выраженную в форме данных и предназначенную для обработки посредством использования технических средств вычислительной техники и ее последующей ретрансляции потребителю (адресату).

Объект, процесс или явление выступает источником информации и превращается в изучаемый феномен, а текущие данные о его состоянии регистрируются и анализируются наблюдателем (экспертом или датчиком), сохраняются на носителе информации, структурируются для целей использования в ИОС АДО и в виде совокупности информационных фрагментов отображаются обучаемому разным способом (рис. 3.5).

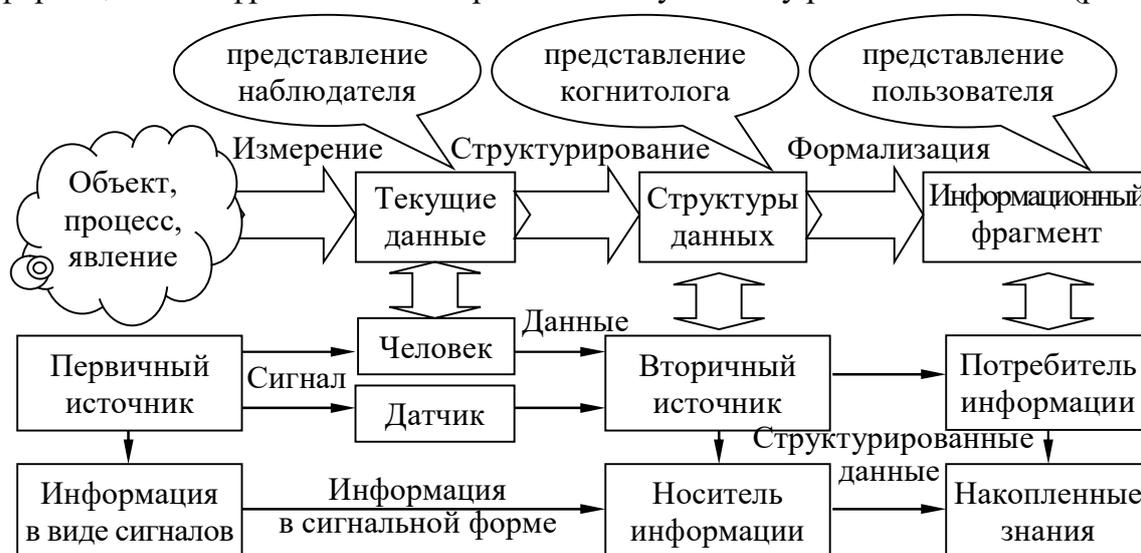


Рис. 3.5. Трансформация информации в технологическом процессе формирования знаний

Анализ существующих информационных ресурсов, внешних и внутренних источников информации, отбор актуальной информации, ее последующее структурирование и представление для наполнения БД с содержанием по совокупности предметных областей (дисциплин), а также реализацию возможности ее использования в режиме АДО рекомендуется проводить в следующей последовательности:

- поиск источников информации в глобальном информационном пространстве, региональных хранилищах и локальных банках и БД, анализ ее содержания;
- проведение классификации информационных ресурсов из разных отраслей научного знания (естественные, технические, гуманитарные и прочие науки);
- проверка адекватности найденной информации требованиям, ограничениям, задачам и целям, выделение возможностей ее использования в ИОС АДО;
- формирование информационных массивов и УМК, в частности отражающих содержание отдельной дисциплины (курса) для наполнения различных БД;
- структурирование информации на совокупность квантов (информационных фрагментов), относящихся к части, модулю, разделу, главе, параграфу и странице, а также выбор модели ее представления в банках и БД компонентов ИОС системы АДО;
- подбор и установка начальных значений параметров, характеризующих способы отображения информационных фрагментов различного типа ЭУ;
- подготовка набора контрольных вопросов для формирования тестовых заданий, позволяющих непосредственно реализовать систематический контроль УОЗО.

Компоненты ИОС АДО в разных режимах позволяют накапливать и обрабатывать разнотипную информацию посредством использования носителей разного рода (табл. 3.1).

Таблица 3.1

### Классификация носителей информации, их особенности

№ п.п.	Наименование носителя	Показатели						Режимы работы			
		Наглядность	Автономность	Тиражируемость	Модифицируемость	Надежность	Стоимость	On-line	Off-line	Обучение	Диагностика
1.	Печатные носители	Высокая	Высокая	Высокая	Низкая	Высокая	Низкая		+	+	+
2.	Накопители на гибких, жестких, оптических и электронных дисках	Средняя	Средняя	Высокая	Высокая	Средняя	Средняя	+	+	+	+
3.	Информационное хранилище на Web-сервере	Низкая	Низкая	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая	+		+	+

### 3.5.2. Методы получения знаний по предметной области

Извлечение информации (данных) эксперта для целей создания ТСМ ЭУ на основе МТЗ включает автоматизированное формирование семантической (структурной) модели предмета изучения (дисциплины) посредством различных методов и процедур, включая подбор контрольных вопросов для обеспечения процедуры тестирования.

Архитектура ЭУ (средства обучения) предполагает диалоговое взаимодействие субъектов и средств обучения в ИОС АДО посредством набора форм интерфейса содержащих различные информационные поля и элементы интерфейса, предназначенные для ввода и отображения информации различного вида, а переключение между страницами с информационными фрагментами достигается посредством использования различных панелей навигации для конечного пользователя.

Под *информационным фрагментом* понимается электронная книга, ее часть, раздел, модуль, глава, параграф, абзац, то есть информационный блок, имеющий смысловое содержание, декомпозиция которого невозможна или нецелесообразна, представляемый разным способом в пределах одной отображаемой экранной страницы.

Формирование и наполнение информационных фрагментов содержанием по определенному предмету изучения осуществляется на основе информации, полученной от эксперта (коммуникативная основа – в процессе диалога) или из определенного источника (текстологическая основа – в процессе изучения источников информации).

Для оптимизации и автоматизации процесса извлечения информации применяются различные методы, подходы, технологии и технические средства.

Выделяют ряд практических методов извлечения информации (рис. 3.6):

1. Коммуникативные методы – совокупность методов, обеспечивающих извлечение знаний посредством непосредственных контактов с носителем информации (знаний), которым выступает определенный специалист-эксперт в предметной области.
2. Текстологические методы получения информации – основаны на использовании традиционных и электронных носителей (вторичный источник информации), при этом имеют существенный недостаток – отсутствие устойчивой и постоянной обратной связи с первичным источником информации (специалистом).

Процедуры обработки традиционных и электронных носителей слабо формализуются, требуют подготовки и имеют значительные временные и транзакционные издержки, высокой осведомленности и квалификации персонала в данной предметной области, поэтому текстологические методы извлечения знаний менее предпочтительны по отношению к различным коммуникативным методам извлечения знаний.

Коммуникативные методы требуют предварительной подготовки персонала: формирование алгоритма и регламента проведения извлечения знаний с использованием одного из методов получения информации, формирование перечня вопросов с учетом целей и задач сбора информации, а также требований и ограничений по отношению к возможности использования определенного метода в заданных условиях (ситуации).

Текстологические методы предполагают поиск и систематизацию содержания множества различных информационных ресурсов содержащих информацию ведущих специалистов в предметных областях, доступ к которой реализуется посредством ИТ.



Рис. 3.6. Практические методы извлечения и передачи информации

Коммуникативные методы наиболее предпочтительны, поскольку позволяют задавать вопросы специалисту-эксперту и оказывать различные воздействия на объект исследования для интенсификации получения необходимой информации:

- пассивные методы – реализуют симплексный канал получения информации, при котором наблюдатель не задает вопросов эксперту и не оказывает никаких воздействий на объект исследования в ходе извлечения информации;
- активные методы – обуславливают возможность получения информации (знаний) в процессе коммуникативного акта со специалистом-экспертом в предметной области или при реализации дуплексного информационного взаимодействия между объектом исследования и наблюдающим устройством;
  - индивидуальные методы – получение информации реализуется в процессе диалога только с одним носителем знаний или за счет регистрации состояния единственного объекта исследования при его вычислимом изоморфизме посредством использования специальных датчиков (регистраторов);
  - групповые методы – извлечение информации непосредственно обеспечивается параллельно или последовательно у нескольких носителей знаний в данной предметной области, либо посредством наблюдения за несколькими реальными объектами, процессами или явлениями, а также их моделями.

Каждый коммуникативный метод имеет свои преимущества и недостатки:

- коммуникативные пассивные методы (наблюдение, протоколирование и лекция) – допускают использование технических средств регистрации информации, отражающей знания эксперта (компьютер, видео-камера, диктофон и прочие);
- процедура извлечения информации посредством активных методов легко поддается алгоритмизации, поэтому оправдано применение программного обеспечения, автоматизирующего процесс извлечения информации эксперта;
  - индивидуальные методы (анкетирование, интервьюирование и диалог) – сводятся к формированию и последующему заполнению специалистом в предметной области специальных анкет и форм для опроса, содержащих вопросы и позволяющие получить интересующую информацию;
  - групповые методы (мозговой штурм, круглый стол, экспертная и ролевая игры) – позволяют реализовать получение информации по определенной проблеме, а также организовать мероприятия для совместного обсуждения интересующих вопросов и проблем сформированной группой специалистов.

Наблюдение – обеспечивает отслеживание текущего состояния испытуемого, объекта или технологического процесса, а также оператора, специалиста или эксперта.

Протоколирование – предполагает мониторинг и непрерывную регистрацию состояния объекта, процесса или явления, а также протоколирование последовательности действий специалиста, выполняющего определенный вид деятельности.

Лекция – единовременная или систематическая трансляция информации по определенной предметной области посредством симплексного канала передачи.

Анкетирование – предполагает предварительный подбор актуальных вопросов по предметной области и формирование на их основе специальной анкеты, посредством которой реализуется ручной или автоматизированный опрос эксперта.

Интервьюирование – опрос носителя знаний посредством использования заранее сформированного перечня вопросов, который может модифицироваться в процессе коммуникативного акта на определенном шаге диалога согласно развитию ситуации.

Диалог – предполагает информационное взаимодействие источника и потребителя информации (знаний) естественного и искусственного происхождения посредством дуплексного канала передачи информации в процессе коммуникативного акта включающего множество шагов с разделением и без разделения во времени.

Мозговой штурм – предлагается проблема актуальная для анализа и несколько участников активизируют эксперта с целью наискорейшей выработки решения.

Круглый стол – регламент предполагает начальную формулировку проблемы, ее последовательное обсуждение несколькими субъектами и получение решения.

Ролевая игра – процедура предполагающая предварительное распределение ролей между участниками, а также последующее использование и совершенствование теоретических и практических навыков необходимых для решения проблемы.

Экспертная игра – аналог ролевых игр, но участниками являются эксперты.

### 3.5.3. Основные модели представления знаний

В теории искусственного интеллекта и инженерии знаний выделяют множество моделей представления данных и знаний, среди которых:

- модели для представления процедурных данных (алгоритмы и процедуры);
  - формальная логическая – использует булеву алгебру логики, основанную на исчислении высказываниями и предикатами 1<sup>го</sup> и 2<sup>го</sup> порядка;
  - продукционная – основана на совокупности продукционных ядер, каждое из которых эквивалентно правилу определенной структуры «Если [условие], то [действие], иначе [альтернативное действие]», включающему антецедентную (условие) и консеквентную (действие) части, которые также могут содержать логические операции и выражения;
- модели для представления декларативных данных (данные и мета-данные);
  - фреймовая модель – представляет собой иерархию, образованную протофреймами верхнего уровня и фреймами-экземплярами, представляемую в виде таблиц или кортежей: идентификатор фрейма соответствует наименованию объекта (сущности); идентификаторы слов (полей) обозначают наименования свойств (признаков) в паре с значениями;
  - семантическая сеть – представляет собой граф, в вершинах которого располагаются понятия (сущности), а его дуги отражают отношения между ними;
- модели для представления данных в слабо формализуемых предметных областях;
  - онтология – неформальный способ схематического представления структуры концептов, отражающих связи и закономерности в предметной области;
  - универсальное поле знаний – формируется на основе гибридных моделей представления знаний обеспечивающих не только высокий уровень визуализации и интерпретации декларативных знаний, но также позволяющих включать процедуры и методы обработки имеющихся структур данных позволяя сочетать в своей основе несколько традиционных моделей (логическая, продукционная и фреймовая модели и семантическая сеть).

Модели представления процедурных данных используются при программной реализации различных процедур и алгоритмов, обеспечивающих загрузку, обработку, преобразование и выгрузку информации в процессе функционирования различных компонентов в основе ИОС АДО, позволяя реализовать управление потоками информации представленной посредством моделей представления декларативных данных.

Модели представления декларативных данных позволяют обеспечить структурирование, сохранение и извлечение информации, предназначенной для использования различными компонентами ИОС АДО, оперирующими на основе алгоритмов и процедур реализованных посредством процедурных моделей представления данных.

Интеграция различных компонентов ИОС системы АДО обеспечивает передачу информации между ними, а также позволяет расширить перечень решаемых задач и выполняемых функций пользователем, относящимся к определенной категории.

### 3.5.4. Информационная структура электронного учебника

Традиционный и ЭУ включают ряд информационных элементов (рис. 3.7):

- титульный лист и заглавие – обложка (страница) содержащая наименование, авторов и выходные сведения о данном источнике литературы;
- аннотация (предисловие) – отражает назначение и краткое описание источника;
- содержание – отражает наименование структурных единиц источника;
- введение – содержит вводную информацию по предметной области;
- основная часть – содержит часть, раздел, главу, параграф и контрольный вопрос;
- заключение – содержит перечень полученных выводов и результатов;
- словарь с перечнем ключевых терминов и определений – позволяет осуществить переход к странице содержащей описание определенного термина;
- предметный указатель – выступает предметным рубрикатором источника;
- библиографический аппарат – включает перечень источников литературы.



Рис. 3.7. Информационная структура предмета изучения, отображаемая на уровне представления данных посредством электронного учебника

Основная часть в основе структуры ЭУ включает последовательность инф. фрагментов, отражающих содержание части, раздела, главы, параграфа, ряд примечаний, отображаемых обучаемому, а также включая блок контрольных вопросов для реализации процедуры текущего и экзаменационного тестирования.

Информационные фрагменты, содержащие основную и дополнительную части информации, отображаются различными способами на странице ЭУ посредством процессора адаптивной репрезентации инф. фрагментов, оперирующего на основе БПКМ. Переключение между информационными фрагментами осуществляется либо вручную с использованием навигационной панели, либо автоматически посредством алгоритма обучения и параметров содержащихся в БД.

Для целей сохранения и извлечения информации важное значение имеет представление информационной структуры предмета изучения, которая позволяет:

- разработать семантическую модель дисциплины, предусматривающую;
  - декларативную часть, представленную посредством фреймовой модели и включающей информационную структуру предмета изучения (рис. 3.7), алфавитно-предметный указатель и дерево целей обучения;
  - процедурную основу, включающую набор процедур и алгоритмов, обеспечивающих сохранение, извлечение, обработку и индивидуально-ориентированное отображение содержания информационной структуры предмета изучения (процессор адаптивной репрезентации информации);
- реализовать вычислительный процессор (ядро) в основе программной реализации средства обучения (ЭУ), представляющий собой набор процедур, обеспечивающих управление процессом обработки декларативной и процедурной частей данных расположенных в семантической модели дисциплины;
- создать инфологическую схему банка данных, включающего несколько БД, обеспечивающих быстрый поиск, сохранение и извлечение информации различного назначения, содержащейся в виде значений полей, расположенных на различных формах интерфейса, используемой компонентами ИОС АДО.

Основной блок информации включает набор порций ОВ ( $\{1, M\}$ ), отражающих предварительно структурированное основное содержание предмета изучения, отображаемое обучаемому в определенной последовательности согласно параметрам алгоритма обучения и результатам выполнения набора контрольных заданий.

Дополнительный блок информации включает множество порций ОВ ( $\{1, N\}$ ), отражающих содержание расширенных разделов предмета изучения, которые отображаются или не отображаются в зависимости от ответов обучаемого на вопросы.

Блок контрольных вопросов включает заранее сформированный набор контрольных вопросов ( $\{1, K\}$ ), позволяющих реализовать диагностику УОЗО по факту изучения содержания материала, предъявляемого контингенту обучаемых посредством алгоритмов и процедур в основе ЭУ (с учетом и без учета ИОЛСО).

### **3.5.5. Последовательность наполнения структурированной информацией контента электронного учебника**

Полученная информация посредством использования одного из методов извлечения данных (знаний) подлежит сохранению в БД с предметным содержанием, входящей в архитектуру адаптивного ЭУ, расположенного в основе ИОС АДО.

Информация и данные, с которыми оперирует ЭУ дифференцируется на декларативную (значения параметров, отражающих содержание глав, разделов, параграфов и прочих элементов) и процедурную (методы и алгоритмы обработки данных).

Типовая архитектура ЭУ независимо от его функциональных и технических возможностей предполагает наличие нескольких структурных элементов:

- ядро, включающее набор процедур и алгоритмов, обеспечивающих обработку информации различного типа (процедурная основа) – предполагает использование формальной логической или продукционной модели;
- банк данных, включающий набор различных БД (декларативная основа) – содержит структурированные данные различного типа и назначения, формализованные посредством одной из моделей представления данных (фреймовая модель, семантическая сеть, расширенное поле знаний или онтология);
- интерфейс пользователя (дуальная основа) – включает набор элементов интерфейса расположенных на формах приложения (информационных полей, меню, кнопок и т.п.), а также процедур обработки событий, инициированных пользователем, обеспечивающих динамическое отображение различной информации.

В основе БД средства обучения (ЭУ) содержится определенная модель представления заранее структурированной информации (данных и мета-структур данных).

При наполнении контента ЭУ предлагается придерживаться следующей последовательности действий и операций, подлежащих выполнению пользователем:

1. Накопление информации по предмету изучения реализуется посредством использования одного из методов извлечения данных (знаний специалиста).
2. Формирование МТЗ на основе полученной информации по данному предмету изучения, включая цели, задачи, требования, ограничения и т.п.
3. Структурирование информации по предмету изучения на основе МТЗ, выделение модулей, квантов информации, информационных фрагментов (глав, разделов и параграфов) и контрольных вопросов для тестирования УОЗО и ИОЛСО, при этом сформированные выборки вопросов впоследствии используются в основном ДМ.
4. Сохранение сформированной мета-структуры данных в БД с наполнением по предметам изучения посредством режима администрирования ЭУ (средства обучения), оперирующего на основе семантической модели дисциплины (предмета изучения), непосредственно обеспечивающей его эффективное функционирование.
5. Модернизация семантической модели предмета изучения с учетом внедренных новаций на протяжении жизненного цикла программной реализации ЭУ.
6. Модификация набора параметров в основе структуры КМ средства обучения и КМ субъекта обучения (только для режима адаптивного обучения).

Основные требования к структуре и содержанию информации в основе ЭУ:

1. Необходимо обеспечить структурирование полученной информации разного рода и ее последующую формализацию на основе определенной модели представления данных, обеспечивающую ее последующее отображение посредством ЭУ:
  - структурирование информации необходимо производить адекватно представленной информационной структуре предмета изучения (рис.3.7);
  - структуры данных сохраняются в БД посредством процедур на основе семантической модели предмета изучения, а извлечение данных и последующее отображение реализуется процессором адаптивной репрезентации информации.
2. Реализация процесса АДО посредством использования ЭУ включающего словарь ключевых терминов и определений для обучаемых с базовым уровнем подготовки, которые выбираются и добавляются автором, а затем автоматически отображаются в контенте ЭУ и позволяют повысить уровень восприятия содержания.
3. Принцип пространственной совместимости расположения элементов, подлежащих отображению – достижение оптимального уровня восприятия содержания информации за счет подбора оптимального расположения информационных полей и областей, содержащих информационные фрагменты различного вида и назначения.
4. Принцип временной совместимости при формировании последовательности следования информационных фрагментов – отображение текста, графических изображений, аудио- и видео-потока реализуется либо без разделения во времени (параллельное воспроизведение с подбором комбинации используемого типа информации), либо с разделением во времени (последовательное воспроизведение информации различного типа реализуемое алгоритмом в основе ЭУ).
5. Использование всплывающих подсказок с пояснениями при воспроизведении аудио- и видео-потока, а также при отображении статических и динамических информационных фрагментов, содержащих плоские и объемные схемы.
6. Подбор оптимального сочетания типа (гарнитуры) и размера шрифта: цифры правильной формы, содержащие в своей основе прямые линии и строчные буквы воспринимаются лучше, при этом отношение толщины линий к высоте шрифта должно быть 1:5, а отношение высоты кегля символа к интервалу между символами рекомендуется устанавливать в пределах от 1:0,375 до 1:0,75.
7. При форматировании контента в традиционном ЭУ необходимо учитывать психофизиологические особенности сенсорного восприятия различных цветов полихроматического спектра, активизирующие и побуждающие различные психические состояния: стимулирующие цвета воздействуют как раздражители (красный, оранжевый и желтый), дезинтегрирующие цвета успокаивают и вызывают сонное состояние (фиолетовый, синий, голубой и зеленый), нейтральные цвета (розовый, коричневый и серый), некоторые комбинации различных цветов существенно повышают утомляемость и могут обусловить стресс (предмет эргономики), особенно при использовании технологии виртуальной реальности.

8. Подбор определенного оптимального сочетания цвета фона и шрифта (белый на темно-синем, желтый на пурпурном, желтый на синем и черный на белом).
9. Создание высокоинформативного двух- и трех-мерного графического изображения при рассмотрении информационного взаимодействия в эрготической системе, оперирующей в интерактивном режиме посредством отображения статического графического изображения (рекомендуемый размер 200x150 мм) и воспроизведение звукового потока (рекомендуемая длительность 1 мин) нерелевантного предмету изучения обуславливает рассеивание внимания, существенное снижение эффективности формирования знаний обучаемого, его быструю зрительную, психическую и соответственно общую утомляемость, а воспроизведение видео-потока параллельно с аудио-поток (видео-фильм и мульт-фильм) позволяет оказывать существенное влияние на подсознание обучаемого и обеспечивает возможность существенно повысить эффективность формирования знаний.
10. Для создания БД с описанием новых предметов изучения требуется использовать текстологические или коммуникативные методы получения информации:
  - текстологические традиционные методы предполагают изучение различных носителей информации (инструкции, пособия, руководства, монографии и статьи), применяются в случае отсутствия непосредственной возможности использования коммуникативных методов для формирования БД по хорошо структурируемым фундаментальным предметным областям;
  - текстологические современные методы получения информации предполагают анализ содержания специализированных информационных ресурсов (хранилищ, банков данных, БД, ресурсов сети "Internet" и информационно-поисковых систем), применяются по отношению к высокотехнологичным и динамично развивающимся передовым предметным областям (проблемным сферам);
  - коммуникативные пассивные методы (наблюдение, протоколирование и лекция) рекомендуется использовать в случае невозможности отрыва специалистов определенной профессии, выступающих носителями редких знаний и опыта, выполняющих определенные виды профессиональной деятельности в сложных технологических процессах (не)материального производства;
  - коммуникативные активные индивидуальные методы (анкетирование, интервьюирование, переписка и диалог) используются для организации извлечения информации в любых условиях без ограничений у специалистов выступающих носителями редких знаний и профессиональных навыков;
  - коммуникативные активные групповые методы (мозговой штурм, круглый стол, ролевая и экспертная игры) используются при получении информации посредством привлечения группы специалистов по различным предметным областям и последующего коллективного обсуждения динамики развития сложившейся ситуации или функционирования сложного объекта, процесса или явления согласно установленному технологическому регламенту (ГОСТ и (R)ISO).

### 3.5.6. Особенности архитектуры адаптивного электронного учебника

Архитектура адаптивного ЭУ (рис. 3.8) включает несколько компонентов:

- интерфейсный модуль – содержит несколько интерфейсов для разных пользователей;
- вычислительный модуль (ядро) – управляющие процедуры, алгоритмы и модули;
- семантическая модель предмета изучения – декларативная и процедурная части данных, относящихся к содержанию предмета изучения;
- БПКМ – включает КМ субъекта обучения и КМ средства обучения;
- банк данных – включает набор БД различного функционального назначения.

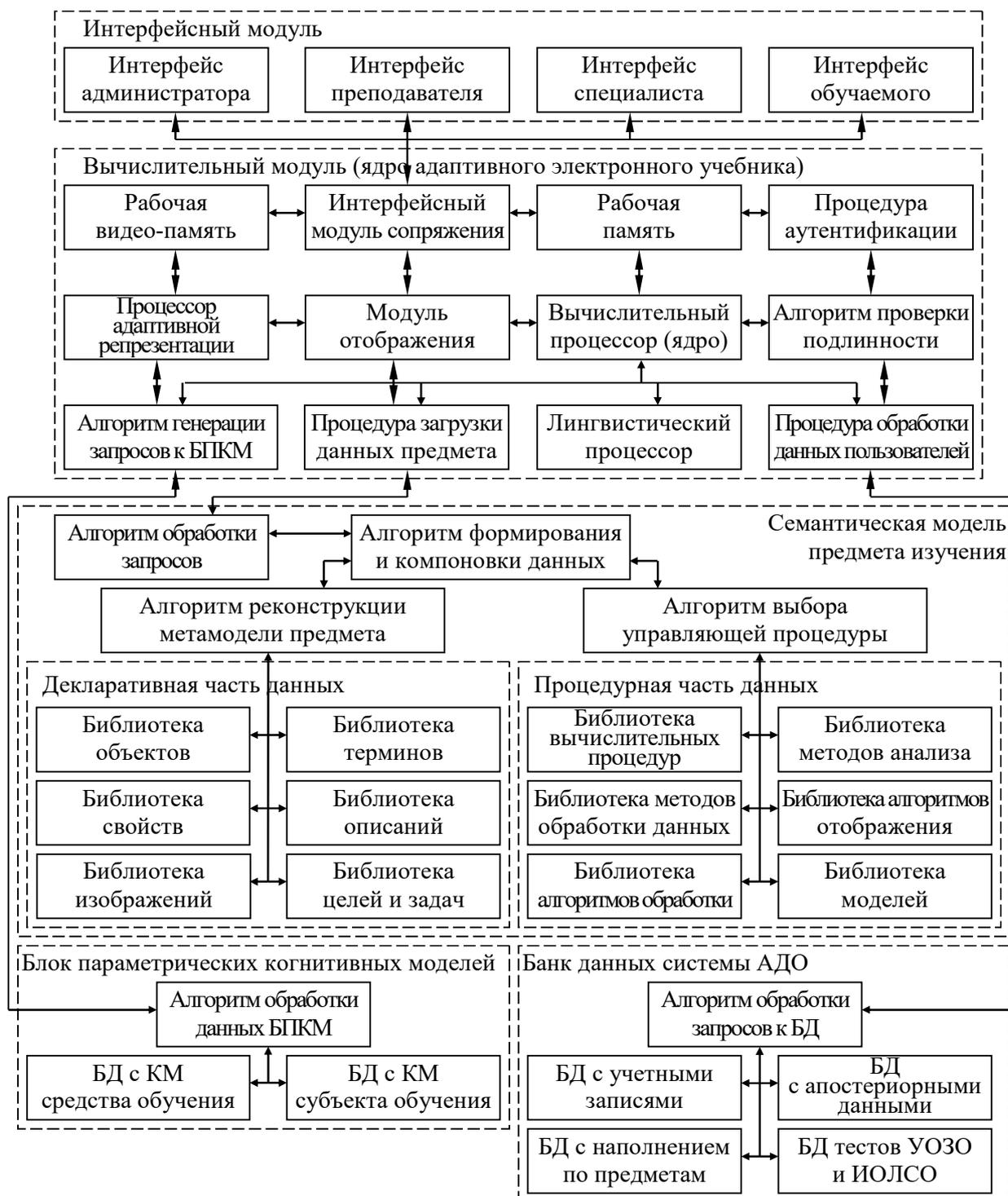


Рис. 3.8. Особенности архитектуры адаптивного электронного учебника

Интерфейс администратора обеспечивает модификацию учетных записей.

Интерфейс преподавателя позволяет обеспечить модернизацию параметров.

Интерфейс специалиста реализует возможность просмотра и модификации информационных фрагментов отражающих содержание предмета изучения.

Рабочая видео-память предназначена для хранения промежуточных (временных) значений параметров, характеризующих состояние элементов интерфейса на динамически формируемой форме программной реализации адаптивного ЭУ.

Интерфейсный модуль сопряжения обеспечивает ретрансляцию значений параметров из различных БД посредством семантической модели репрезентации информации адаптивного ЭУ и набора управляющих модулей и процедур в его основе.

Рабочая память предназначена для хранения промежуточных значений параметров, используемых вычислительными процедурами и алгоритмами ядра ЭУ.

Процедура аутентификации реализует регистрацию нового и существующего пользователя, разграничение прав доступа к информации различного назначения.

Алгоритм проверки подлинности обеспечивает верификацию введенных данных пользователем на соответствие заданному шаблону и учетной записи в БД.

Процедура обработки данных пользователей формирует и обрабатывает запросы к БД для сохранения и извлечения значений параметров учетных записей.

Процессор адаптивной репрезентации информационных фрагментов реализует индивидуально-ориентированную генерацию ОВ посредством подбора оптимального сочетания значений параметров отображения информации ЭУ на основе учета потенциальных возможностей средства обучения (значения параметров КМ средства обучения) и ИОЛСО (номинальные значения параметров КМ субъекта обучения).

Модуль отображения формирует очередь информационных фрагментов подлежащих отображению адаптивным ЭУ с учетом оптимального сочетания рассчитанных значений параметров отображения информации на основе БПКМ.

Вычислительный процессор (вычислительное ядро) обеспечивает управление и координацию потоков декларативных данных и служебной информации посредством управляющих процедур и алгоритмов, реализует согласованное функционирование всех компонентов имеющихся в основе архитектуры адаптивного ЭУ.

Алгоритм генерации запросов к БПКМ реализует формирование запросов к БПКМ для загрузки и сохранения значений параметров, содержащихся в КМ субъекта обучения и КМ средства обучения, поддерживая режим адаптивного обучения.

Алгоритм обработки данных БПКМ реализует последовательную обработку запросов, поиск данных обучаемого в БПКМ, извлечение и сохранение значений параметров характеризующих ИОЛСО (физиологические, психологические и лингвистические), а также позволяет загрузить и модифицировать параметры КМ средства обучения отражающие технические возможности средства обучения.

Лингвистический процессор реализует многоязыковую поддержку интерфейса, пользователь имеет возможность выбора определенного языка при работе с ЭУ.

### 3.5.7. Семантическая модель представления, сохранения и извлечения информации

Структурная (семантическая) модель ЭУ (рис. 3.9) – основана на информационной структуре (мета-модели) изучаемого предмета, выступает универсальной структурой данных и поддерживает возможность инкапсуляции информации по ряду дисциплин.

Мета-модель предмета изучения (рис. 3.9) представляет собой иерархию, включает:

- информационную структуру – агрегирует ссылки, позволяющие получить доступ к содержанию основных элементов мета-модели предмета изучения;
  - оглавление – содержит систему ссылок, отражающую перечень разделов, модулей, параграфов, элементарных страниц содержащих информацию;
  - связи между фрагментами – набор перекрестных ссылок между несмежными информационными фрагментами, обеспечивающими навигацию.
- алфавитно-предметный указатель – включает набор ключевых терминов, понятий и их значений, а также объектов, их свойств и описаний.

Работа преподавателя сопровождается извлечением его знаний и представляет собой итерационный процесс, на каждой итерации которого реализуется заполнение слотов фрейма, соответствующего текущему информационному фрагменту.

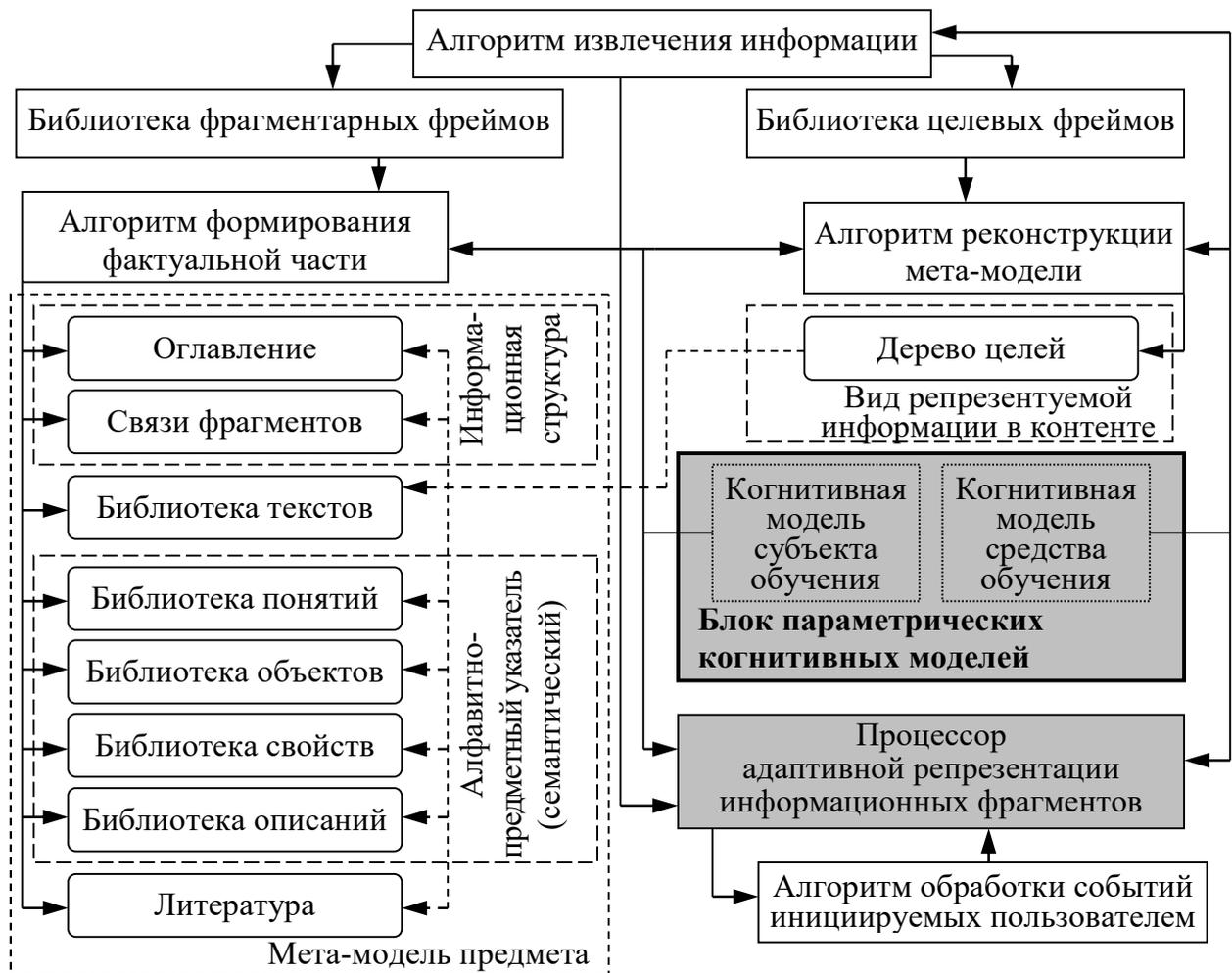


Рис. 3.9. Структурная (семантическая) модель репрезентации информации в адаптивном средстве обучения (электронном учебнике)

Последовательность операций пользователя сводятся к выдаче ответов на вопросы, формируемые из определенных смысловых связей производных фреймов. Процедура извлечения структурированных данных начинается с информационных фрагментов верхнего уровня и последовательно переходит на рассмотрение его компонентов.

Формирование частей семантической структурной модели происходит на основе соответствующих производных фреймов посредством различных алгоритмов: фрейма, производящего фактуальную часть структурной модели предмета изучения (фрагментного фрейма) и фрейма, производящего дерево целей (целевого фрейма).

Технология формирования дерева целей включает выбор целевых назначений информационных фрагментов из фактуальной части структурной модели, в результате чего формируется определенный список целевых назначений; выбор из списка целевого назначения и заполнения для него целевого фрейма (формирование классификаций, выделение понятий-категорий в целевом назначении, декомпозиция целевого назначения, критический анализ соответствия целевого назначения и фрагмента); формирование на основе полученной информации текущего состояния дерева целей; выбор следующего целевого назначения при отображении информации посредством ЭУ.

Алгоритм обработки событий инициируемых пользователем (рис. 3.10) – поддержка работы преподавателя по наполнению фрагментных фреймов и дерева целей.



Рис. 3.10. Алгоритм обработки событий инициируемых пользователем в адаптивном средстве обучения (электронном учебнике)

Работа пользователя оперирующего в определенном режиме функционирования программы сопровождается нажатием кнопок, модификацией содержания полей формы, что инициирует запуск различных процедур и алгоритмов, выполняющих обработку данных и возникающих событий в среде программного окружения.

Алгоритм извлечения информации оперирует в согласованном режиме с процессором адаптивной репрезентации информации и обеспечивает обработку дерева целей обучения и фактуальную часть семантической модели предмета изучения.

Алгоритм формирования фактуальной части семантической модели предмета изучения реализует выборку содержания информационного фрагмента, включающего компоненты информационной структуры ЭУ и библиотеки текстов, а также элементы алфавитно-предметного указателя (понятия, объекты, их свойства и описания).

Алгоритм обработки событий инициируемых пользователем управляет обработкой событий сопровождающих деятельность преподавателя при обработке существующих фрагментных фреймов и модификации дерева целей обучения. Он включает алгоритмы информационной поддержки операций пользователя, инициации операций, извлечения и сохранения информации при работе преподавателя с семантической (структурной) моделью (модификация фрагментных и целевых фреймов).

Алгоритм инициализации операций отображает информационные фрагменты (модули и вопросы для тестирования) преподавателю для последующей модификации.

Алгоритм информационной поддержки операций пользователя, функционирующий совместно с процессором адаптивной репрезентации и алгоритмом извлечения информации из структурной модели, предоставляет потребителю необходимую информацию о текущем состоянии дерева целей и фактуальной части структурной модели.

Аналогично организована алгоритмическая поддержка работы преподавателя при формировании дерева целей посредством алгоритма реконструкции мета-модели.

Семантическая модель подлжит автоматической проверке на полноту и непротиворечивость данных содержащихся в ней, что реализуется алгоритмом выбора информационного фрагмента, который определяет особенности его обработки.

ТСМ ЭУ может использоваться обучаемым для самостоятельной работы в режиме обучения, а также в режиме управляемого овладения информацией, осуществляемого по принципу обратной связи (при этом реализуется учет УОЗО и ИОЛСО). В этом режиме фрагментные и целевые фреймы, заполненные автором, являются основой для генерации вопросов обучаемому и контроля правильности его ответов.

Использование данной технологии значительно облегчит процедуру анализа ИОС системы АДО, а также труд преподавателя направленный на создание ЭУ.

Рассматривая особенности реализации компонентов системы АДО выделяется необходимость использования структуры экспертной системы, которая наилучшим образом позволяет воплощать все перечисленные выше принципы функционирования в ЭУ. Генерация определенных информационных фрагментов адекватно ИОЛСО и автоматическое построение диалога реализуются на основе эвристических алгоритмов.

### **3.6. Формальное описание адаптивной информационно-образовательной среды на основе теории управления**

Главное требование к современным ИОС систем АДО заключается в обеспечении максимальной степени индивидуализации процесса обучения посредством реализации адаптации к ИОЛСО по отношению к каждому конкретному обучаемому, что не осуществимо при традиционных методах массового обучения.

ИОС и система обучения (на расстоянии) может включать большое количество компонентов, реализующих различные функции. Сложность формализации и анализа много-компонентных и мульти-агентных ИОС, а также реализация контуров адаптации в системах АДО существенно возрастает с увеличением актуального множества параметров характеризующих УОЗО и ИОЛСО, а также отражающих технические характеристики и способы предъявления информационных фрагментов.

Обучаемый выступает сложным объектом и его точной априорной модели не существует, но, согласно теории автоматического управления, без адаптации невозможно построение эффективного управления данным объектом. Для формирования модели обучаемого используются различные подходы и принципы, в частности целесообразным является привлечение инновационного аппарата психофизиологии восприятия, когнитивной психологии и прикладной лингвистики. Формализация с точки зрения теории автоматического управления обуславливает рассмотрение общих принципов построения систем АДО с моделью обучаемого и специфики синтеза структуры моделей, включая подбор параметров.

Проведение исследования ИОС ОУч обуславливает выделение системы обучения из среды. Функционирование системы обучения (на расстоянии) необходимо рассматривать с учетом определенных разнородных связей ее компонентов оперирующих в ИОС.

Система АДО включает ЭУ, основной и прикладной ДМ, выступает замкнутым контуром: ЭУ генерирует множество ОВ ориентированных на субъекта обучения (обучаемого) и обеспечивающих технологический процесс формирования его знаний; ДМ обеспечивают диагностику параметров, характеризующих состояние обучаемого (УОЗО и ИОЛСО).

Многие полагают, что понятия «система обучения» и «обучающая система» не являются идентичными: под системой обучения понимают обучаемого и обучающую систему (него), оперирующих в ИОС определенного ОУч.

Обучающая система выступает системой управления сложным объектом – обучаемым с его моделью. Для целей формализации обучающая система агрегирует в своей основе ЭУ и как минимум один ДМ (фактически необходимо использовать оба ДМ).

Обучающая система на основе алгоритма обучения (линейный, разветвленный и адаптивный) обеспечивает генерацию определенным образом подобранного набора ОВ ориентированных на обучаемого адекватно заданной цели обучения.

Цель обучения выступает многофакторной, поскольку выбирается на основе требований изложенных в образовательных стандартах, предпочтений потребителей образовательных услуг, технических возможностей средств обучения, а также потенциально возможного состояния обучаемого (УОЗО и ИОЛСО) достигаемого в ИОС.

Сформулируем теперь задачу обучения конкретнее и формализуем:

- цель обучения  $Z^*$  – определяется методическими рекомендациями и требованиями к профессиональной и специальной подготовке, определенными государственными образовательными стандартами и ведущими специалистами;
- ОИ – набор информационных фрагментов, отражающих содержание предмета изучения, предъявляемых обучаемому, под воздействием которых у него обеспечивается формирование определенного уровня знаний, умений и необходимых навыков, вырабатываемых согласно исходной цели обучения;
- КМ – набор параметров характеризующих особенности восприятия, обработки и понимания содержания информационных фрагментов субъектом обучения, а также отражающих потенциальные технические возможности при отображении информации различными способами определенным средством обучения (ЭУ);
- алгоритм обучения – решает дуальную задачу в ИОС АДО;
  - во-первых, он выступает правилом генерации очередной порции ОИ в процессе АДО посредством формирователя порции ОИ (ЭУ), определяет адрес и параметры отображения информационных фрагментов, отражающих содержание предмета изучения и хранящихся в БД средства обучения;
  - во-вторых, реализует формирование последовательности вопрос-ответных структур в составе тестовых заданий (ДМ), а также обеспечивает генерацию ссылок и параметров отображения информационных фрагментов отражающих содержание контрольных вопросов и заданий входящих в тест.

Обучающая система как элемент системы обучения показана на рис. 3.11.

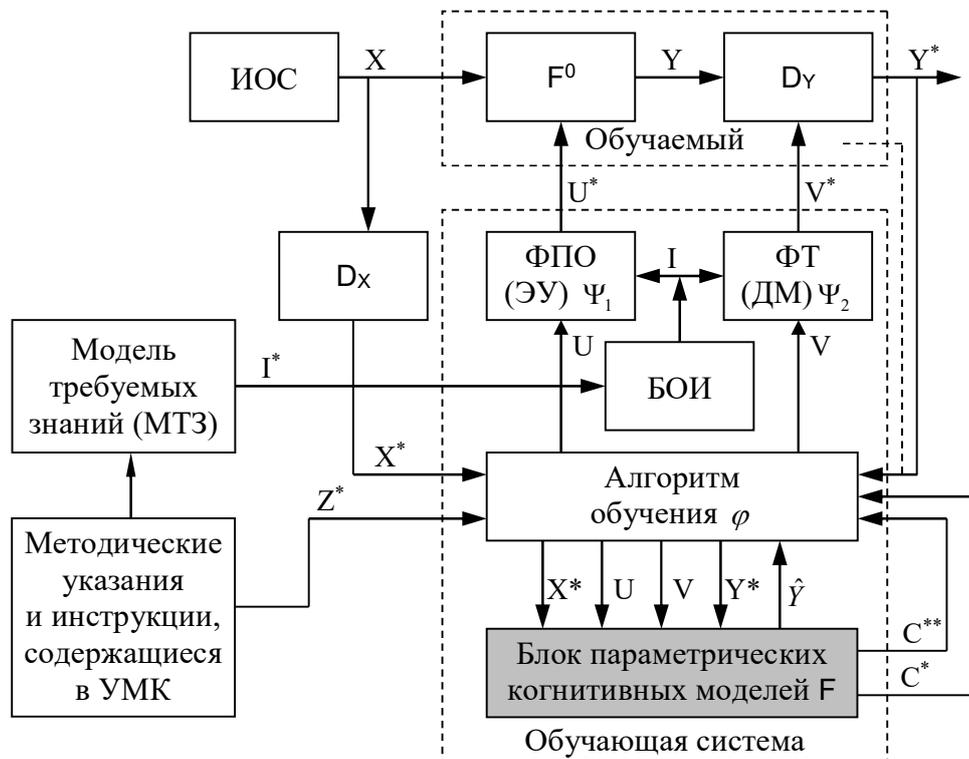


Рис. 3.11. Блок схема системы обучения с моделью обучаемого

Систему обучения образуют обучаемый и средства обучения в ИОС (датчик  $D_x$ ).  
К элементам обучающей системы относят непосредственно:

- $KM$  – описывает оценку  $\hat{Y}$  вектора состояния  $Y$  обучаемого в функции состояния среды  $X$  и ОВ  $U$ :  $\hat{Y} = F(X^*, U, V, Y^*)$ , а состояние  $Y$  обучаемого при этом определяется оператором  $F^0$ :  $Y = F^0(X, U^*)$ , где оператор  $F$  модели обучаемого (субъекта обучения) подлежит определению и адаптации в процессе обучения (на расстоянии);
- *алгоритм обучения* имеет дуальное назначение. Во-первых, он определяет то, чему следует учить обучаемого (формирует посл. ОВ):  $U_{in} = \varphi(X_n^*, \hat{Y}_{n-1}, Z_n^*, C_{n-1})$ , где  $\varphi$  – алгоритм обучения;  $\hat{Y}$  – оценка состояния знаний обучаемого, полученная с помощью модели  $F$ ;  $Z^*$  – цель обучения, заданная тьютором (методистом или педагогом);  $C$  – ресурс обучения, состоящий из двух компонент:  $C = (C^*, C^{**})$ , где  $C^*$  – внешний ресурс, определяемый возможностями системы обучения,  $C^{**}$  – внутренний ресурс, выд. обучаемым  $F^0$  на обучение (например, время на обучение). Во-вторых, алгоритм обучения определяет тесты  $V$ , ответы на которые несут информацию о  $KM$   $F$  обучаемого:  $V_{in} = \psi(X_n^*, \hat{Y}_{n-1}, Z_n^*, C_{n-1})$ , где  $\psi$  – алгоритм синтеза вопрос-ответных структур теста  $V$ ;
- *банк обучающей информации (БОИ)* содержит набор информационных фрагментов  $I$ , необходимых для усвоения обучаемым в процессе обучения;
- *формирователь порции обучения (ФПО)* определяет порцию информации, передаваемую обучаемому для изучения на шаге обучения:  $U^* = \Psi_1(U, I)$ , где  $\Psi_1$  – алгоритм формирования порции,  $U$  – адреса в БОИ, а  $U^*$  – содержание;
- *формирователь тестов (ФТ)* работает аналогично:  $V^* = \Psi_2(V, I)$ . Обучаемый в системе обучения представляет собой «преобразователь» состояния среды  $X$  и порции обучающей информации  $U^*$  в состояние  $Y$ . Информацию об этом состоянии можно получить с помощью тестовых вопросов  $V^*$ :  $Y^* = D_Y(Y, V^*)$ , где  $D_Y$  – оператор преобразования тестовой задачи  $V^*$  и состояния  $Y$  обучаемого в ответ  $Y^*$  (он реализуется самим обучаемым).

Возможен случай  $U = V$ , что значительно упрощает обучающую систему.

В представленной структурной схеме ключевыми элементами выступают модель обучаемого  $F$ , алгоритм обучения  $\varphi$  в основе адаптивного средства обучения (ЭУ) и алгоритм диагностики  $\Psi_2$  реализуемые в основном и прикладном ДМ.

Для простоты будем предполагать, что имеет место  $U = V$ , т.е.  $\varphi = \{\Psi_1, \Psi_2\}$ .

Предварительно структурированный материал дисциплины разбивается на совокупность информационных фрагментов (основная часть и дополнительная часть), каждому из которых соответствует выборка (набор) контрольных вопросов.

Контрольные вопросы обеспечивают возможность оценить УОЗО.

### **3.6.1. Виды алгоритмов функционирования основных компонентов системы автоматизированного обучения**

Идеи автоматизации обучения отслеживались в теории и практике обучения до возникновения кибернетики (когнитивной информатики) как научного направления. В середине 20<sup>х</sup> г. нашего столетия Пресси С.Л. (США) создал первую обучающую машину. Обучающие устройства и программы развиваются в 50<sup>е</sup> г. рядом ученых: Скиннером Б.Ф. (США), Кроудером Н.А. (США), Паском А.Г.С. (Великобритания) и др. Понятие и термин «программированное обучение» вводятся в 1954 г. в работе Скиннера Б.Ф., который изложил основные принципы концепции программированного обучения. В нашей стране работы в области программ. обучения начались в 60<sup>е</sup> г. рядом ученых: Берг А.И., Беспалько В.П., Гальперин П.Я., Глушков В.М., Довгялло А.М., Ершов А.П., Ительсон Л.Б., Леонтьев А.Н., Машбиц Е.И., Поспелов Д.А., Скибицкий Э.Г., Тальзина Н.Ф., Ющенко Е.Л. и др.

Развитие средств вычислительной техники обуславливает применение идей программированного обучения в ИОС АДО, которые в настоящее время широко разрабатываются и эксплуатируются в нашей стране и за рубежом. АОС – это совокупность организационных мероприятий, средств автоматизации, методических материалов, психолого-педагогических и математических методов, позволяющих осуществить индивидуализацию процесса обучения (на расстоянии). АОС включает в себя компьютерные средства обучения с соответствующим терминальным оборудованием, прикладное ПО образовательного назначения и контроля УОЗО, электронную библиотеку.

Современное аппаратное, программное и алгоритмическое обеспечение позволяет реализовать различные инновационные компоненты ИОС АДО. При реализации ЭУ и ДМ ключевое значение имеет алгоритмическое обеспечение, позволяющее непосредственно обеспечить различные стратегии предъявления порций информации, отражающей содержание дисциплины, а также различные методы оценки УОЗО, совершенствованию которых посвящено большое количество научных работ многих специалистов в области ИКТ.

Процесс обучения (на расстоянии) в АОС осуществляется по типовой схеме: обучаемому предъявляется один или несколько информационных фрагментов, которые он должен изучить, а затем определяется качество их усвоения посредством ДМ обеспечивающего отображение ряда вопросов и регистрирующего ответы, введенные испытуемым. В ДМ реализуется автоматизированная проверка корректности ответов на вопросы, а ЭУ генерирует очередную порцию ОВ, оказываемых на обучаемого в ИОС АДО. Проверка корректности ответов обучаемого реализуется посредством различных алгоритмов.

Последовательность предъявления обучаемому порций информации, отражающей содержание дисциплины определяется обучающей программой. Обучающая программа строится на основе алгоритма обучения, который представляет собой правило синтеза и подбора параметров алгоритма управления процессом обучения, позволяющего определять на каждом шаге процесса обучения очередное ОВ. Наиболее распространены два типа обучающих программ – линейные и разветвленные. Разветвленные программы делятся на внутренне и внешне регулируемые.

В линейных обучающих программах предъявление порций ОВ осуществляется последовательно, инвариантно ответам обучаемого на вопросы. В данном случае индивидуализация обучения не реализуется – разница между обучаемыми выражается в продолжительности прохождения образовательной программы – все обучаемые проходят единую траекторию независимо от степени усвоения ими порций ОВ.

Анализируя линейные обучающие программы с позиций теории управления, выделяют жесткое (программируемое) управление процессом обучения, которое реализуется без обратной связи. Обучение строится независимо от состояния субъекта обучения, причем модель обучаемого предполагается известной (без этого программное управление невозможно). Обучаемый (субъект обучения) получает очередную порцию ОИ независимо от уровня усвоения предыдущей порции ОИ, а результат фиксируется в ЭЗК.

В линейной программе отсутствует явная модель обучаемого (субъекта обучения), но она неявно присутствует в модели управления обучением (на расстоянии). Порции ОИ строятся на основе опыта и предпочтений преподавателя в предположении, что обучаемый, воспринимая порцию ОВ, обязательно ее усваивает и переходит к следующей порции ОВ. По такому принципу проводятся теле-мосты, лекции, семинары и конференции.

Вся ОИ разбивается на  $N$  порций, перенумерованных от 1 до  $N$ :  $I = \langle U_1^*, U_2^*, \dots, U_N^* \rangle$ , которые выдаются последовательно обучаемому в моменты времени  $t_1, \dots, t_N$  (в этом и состоит специфика алгоритма программного обучения). Однако и в линейную программу можно ввести обратную связь  $Y^*$  (она показана на рис. 3.12), которая информирует о факте усвоения очередной порции ОИ обучаемым в ИОС АДО:

$$Y^* = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases}, \text{ если порция информации не усвоена и усвоена соответственно.}$$

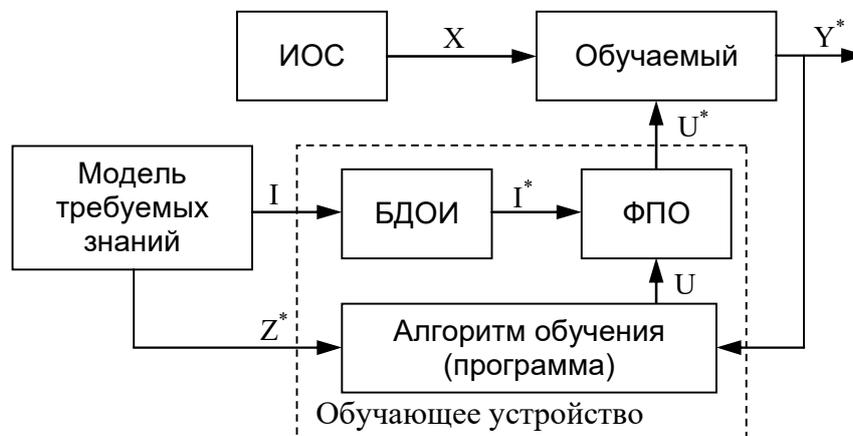


Рис. 3.12. Блок-схема обучающей системы с линейной программой

Тогда в моменты  $t_i (i = \overline{1, N})$  факт усвоения порции ОВ определяется алгоритмом обучения и отражается единичным уровнем сигнала ( $Y^* = 1$ ) в обратной связи.

Модель обучаемого  $F(X, U^*)$  должна отражать его временные возможности по усвоению определенной информации:  $F(X, U_i^*) \Leftrightarrow t_i - t_{i-1}$ , т. е. указывать время, необходимое для усвоения определенной порции  $U_i^*$  в условиях среды (ИОС)  $X$ .

Тогда сигнал обратной связи  $Y_i^*$  на  $i^{\text{м}}$  этапе обучения определяется так:  $Y_i^*(t) = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases}$ , при  $t_i \leq t \leq t_{i+1}$ .

Цель обучения в линейной обучающей программе: обучаемому необходимо последовательно сообщить все  $N$  порций информации (ОВ) и диагностировать УОЗО.

Разветвленные внутренне регулируемые обучающие программы работают непосредственно для конечного пользователя по расширенной схеме: обучаемому генерируется порция ОВ, затем задается ряд вопросов для проверки УОЗО после усвоения данной информации, затем, в зависимости от ответов обучаемого: правильный ответ – сразу формируется следующая определенная порция ОИ; неправильный ответ – отображается либо дополнительная информация (разъяснение) и снова задается вопрос, либо подсказка (правильный ответ на вопрос). На рис. 3.13 показаны примеры схем ветвления алгоритмической структуры.

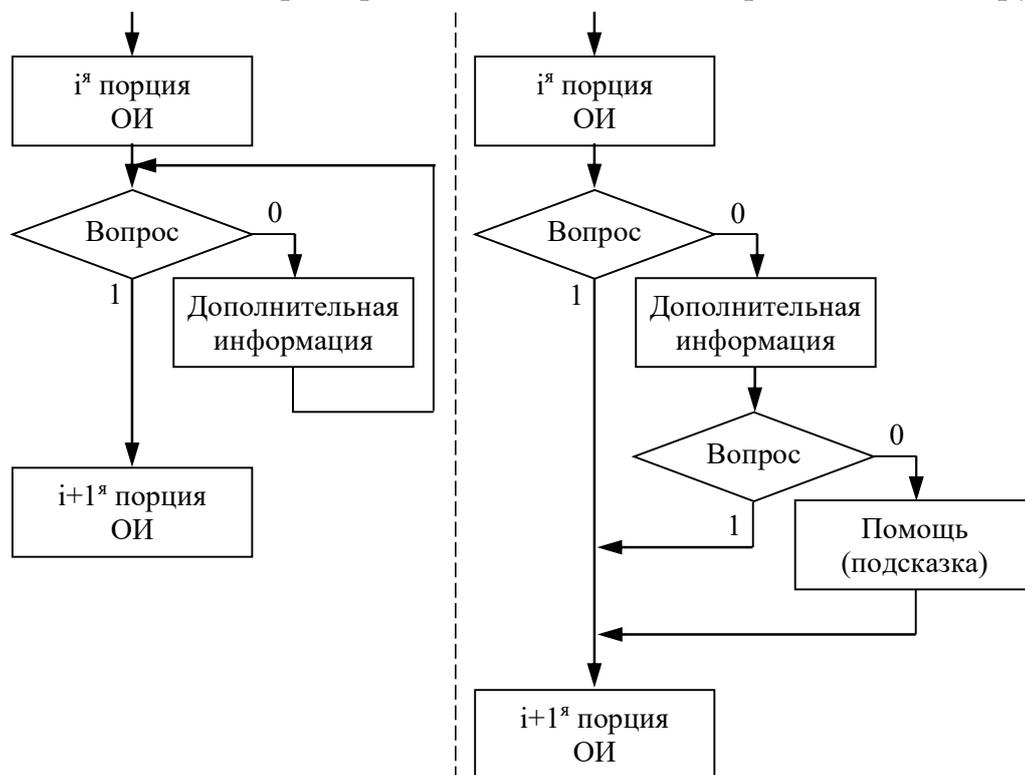


Рис. 3.13. Схемы реализации ветвления (1 – правильный ответ, 0 – неправильный ответ): слева – линейная модель и справа – разветвленная модель

Обучение (на расстоянии) по разветвленной программе (алгоритму) в отличие от линейной программы (алгоритма) строится в зависимости от факта усвоения обучаемым текущего ОВ, что определяется по его ответам на вопросы. Каждое последующее ОВ обеспечивает формирование знаний обучаемого.

На рис. 3.14 формирователь порции обучающей информации непосредственно обеспечивает формирование определенной порции дополнительной информации для  $n$ -й порции основной информации  $U_n$ . Обозначим их непосредственно через параметры с индексами  $U_{n1}, U_{n2}, \dots, U_{nl}$ , где  $l$  – число порций дополнительной ОИ для основной ОИ. Каждая порция дополнительной ОИ конкретизирует порцию основной ОИ.

Каждая порция (включая основную) сопровождается тестом (вопросом), непосредственно формируемым блоком ФТ (формирователем тестов). На схеме каналы  $U$  и  $V$  работают одновременно с разделением во времени, поэтому порции ОИ содержат тестовые задания (вопрос-ответные структуры) для реализации (автоматизации) текущего (промежуточного) и итогового контроля.

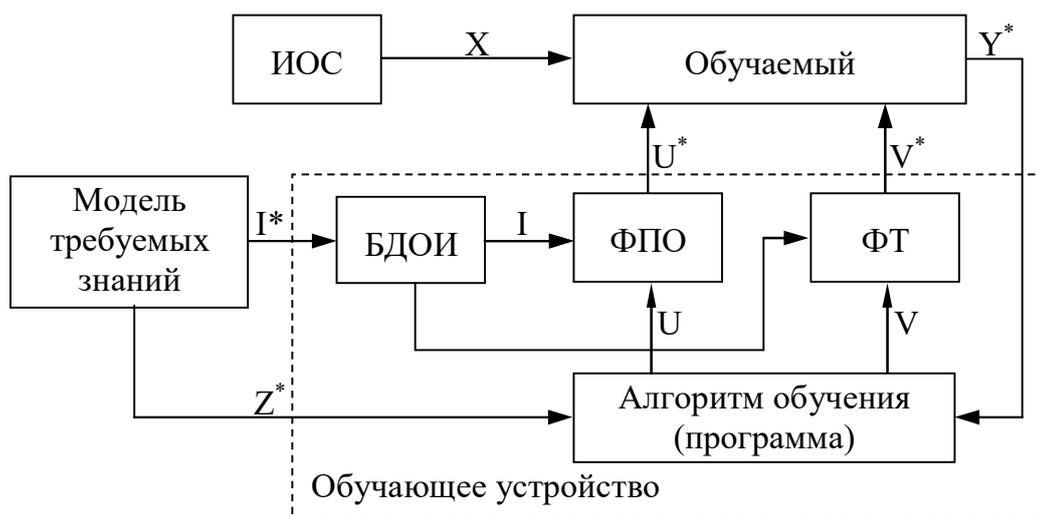


Рис. 3.14. Блок-схема обучающей системы с разветвленной внутренне регулируемой программой

Количество порций  $q_n$  дополнительной информации, выдаваемой обучаемому, зависит от его ответов на вопросы тестов по этой  $n$ -й порции ОИ ( $0 \leq q_n \leq l$ ). Процесс обучения (на расстоянии) непосредственно реализуется алгоритмами автоматизированного средства обучения (на расстоянии), формализующими последовательность пар:  $\langle U_{ni}, y_{ni}^* \rangle$  ( $i = 0, 1, \dots, q_n$ ), где  $i$  – определенный номер порции дополнительной информации (при  $i = 0$  – основная порция);  $y_{ni}^*$  – оценка ответа на  $i$ -й вопрос:

$$y_{ni}^* = \begin{cases} 0, & \text{если ответ неправильный} \\ 1, & \text{если ответ правильный} \end{cases} \text{ соответственно.}$$

При  $y_{ni}^* = 0$ :  $q_n = q_n + 1$ , т. е.  $q_n$  равно числу (не)верных ответов подряд. При  $y_{ni}^* = 1$  и  $q_n = \max$  дополнительной информации не дается и система переходит к  $U_{n+1}$ .

Качество усвоения материала связано с числом  $q_n$ , которое характеризует уровень знания обучаемым (субъектом обучения)  $n$ -й порции информации, но на определение следующей порции основной ОИ  $U_{n+1}$  величина  $q_n$  существенного влияния не оказывает (в зависимости от особенностей используемого алгоритма обучения).

В результате каждый определенный обучаемый (субъект обучения) проходит все определенные порции ОИ от первой до  $N$ -й, но траектория обучения по каждой порции различна для разных обучаемых. Формально УОЗО в данной схеме описывается вектором  $P = (q_1, q_2, \dots, q_n, \dots, q_N)$ . Этот вектор позволяет сравнивать различных обучаемых из общего контингента.

Цель обучения в разветвленной схеме, как и в линейной, тривиальна – пройти всю последовательность определенных порций ОИ из  $I$ , а также ответить на наибольшее количество тестовых вопросов без ошибок.

Разветвленные, внешне регулируемые обучающие программы оперируют при условии того, что обучаемые делятся по успеваемости на  $m$  групп. Для каждой группы имеется определенная обучающая программа со своим способом (уровнем) изложения одного и того же материала. Например, при  $m=3$ : в первой программе материал представляется очень подробно и рассчитан на слабо подготовленных; во второй этот материал более сжат и рассчитан на средне подготовленных; в третьей он изложен конспективно и рассчитан на сильно подготовленных обучаемых. Для определения принадлежности обучаемого к той или иной подгруппе на  $n+1^{\text{м}}$  шаге обучения вычисляется относительное число правильных ответов на тесты по  $n^{\text{й}}$  порции ОИ. Если эта величина выходит за пределы некоторого заранее заданного интервала, то обучаемого (субъекта обучения) переводят в другую подгруппу – лучше или хуже подготовленных в зависимости от определенной оценки УОЗО.

В рассматриваемом случае вся последовательность ОВ разбита на порции  $U_1, \dots, U_N$ . Изучение обучаемым всех порций ОИ соответствует обучению (на расстоянии) по программе с самым подробным уровнем изложения материала по предмету изучения. Менее подробные способы изложения будут отличаться отсутствием некоторых порций ОИ.

Для каждой порции ОИ задается набор порогов  $a_1^n < \dots < a_i^n < \dots < a_m^n$ , посредством которых обучаемый соотносится к определенной группе  $k_n$  по решающему правилу:  $a_{i-1}^n \leq q_n < a_i^n \Rightarrow k_n \in [1, m]$ , где  $k_n$  – номер группы, в которую переводится обучаемый, сделавший  $q_n$  неправильных ответов на вопросы тестов по  $n^{\text{й}}$  порции ОИ.

Блок-схема системы обучения по разветвленной внешне регулируемой программе не отличается от приведенной на рис. 3.14 для внутренне регулируемой программы. Алгоритм обучения анализирует УОЗО и ИОЛСО, определяя номера групп обучаемых, в которые они переводятся по факту изучения очередной порции ОИ, позволяя рассчитать непосредственно вектор  $P = (k_1^n, k_2^n, \dots, k_i^n, \dots, k_l^n)$ , где  $k_i^n \in \{\overline{1, m}\}$ ,  $i \in \{\overline{1, l}\}$  образуется в процессе обучения и позволяет сравнивать ряд обучаемых.

Цель обучения заключается в «доведении» обучаемого до последней порции ОИ.

Обучающие системы с линейным и разветвленным алгоритмом в основе обучающей программы являются частным и вырожденным случаем общей схемы обучения, а цели обучения и модели обучаемых при этом являются тривиальными.

Автор курса (преподаватель) не только задает параметры алгоритма обучающей программы, но и формирует последовательность следования ОИ подлежащих отображению. Качество такой программы зависит от квалификации преподавателя.

Опыт построения оптимальной последовательности предъявления порций ОИ требует модели предмета изучения, причем последовательность предъявления порций ОИ строится до начала обучения в АОС, а обучение осуществляется либо по линейной, либо по разветвленной схеме с возможностью учета ИОЛСО и УОЗО.

Обучающие программы создаются до начала процесса обучения или в процессе их выполнения в АОС. Под генерирующей обучающей системой непосредственно понимают ее способность формировать определенную последовательность предъявления ОВ и задавать параметры алгоритма функционирования ее компонентов в процессе АДО.

### **3.6.2. Особенности реализации адаптации в автоматизированной образовательной среде**

Главное требование к современным АОС заключается в обеспечении максимальной степени индивидуализации процесса обучения (на расстоянии), его адаптации к каждому конкретному обучаемому (субъекту обучения), что не осуществимо при традиционных методах массового обучения. Обучаемый выступает сложным объектом и его точной априорной модели не существует, но, согласно концепции классической теории автоматического управления, без адаптации невозможно построение эффективного управления данным объектом. Под адаптацией в классической теории автоматического управления понимают «процесс изменения параметров и структуры системы, управляющих воздействий на основе текущей информации с целью достижения определенного (оптимального) состояния системы при начальной неопределенности и изменяющихся условиях среды». Применяя это традиционное определение к процессу обучения (на расстоянии), говорят, что адаптация в (автоматизированной) обучающей системе (на расстоянии) – процесс изменения структуры и параметров модели субъекта (обучаемого) и ОВ на основе текущей информации, получаемой в ходе обучения (на расстоянии), с целью достижения оптимального состояния объекта управления при его начальной (априорной) неопределенности в изменчивой среде (ИОС), которая связана с почти полным отсутствием в обучающей системе информации об обучаемом.

Адаптация имеет несколько иерархических уровней, соответствующих различным этапам управления сложным объектом: параметрическая адаптация модели, структурная адаптация модели, адаптация объекта и адаптация целей управления.

Параметрическая адаптация связана с коррекцией параметров модели. Если в процессе эволюции объекта управления меняется его структура, параметрическая адаптация не всегда позволяет построить модель, адекватную объекту. Тогда реализуют непосредственно структурную адаптацию модели объекта управления. Например, используют процедуру выбора на каждом шаге управления из набора альтернативных моделей наилучшей (в смысле близости к объекту) модели. При этом различными методами параметрической адаптации осуществляется идентификация множества значений параметров альтернативных моделей.

Если и структурная адаптация модели не повышает эффективность управления объектом, то адаптируют непосредственно структуру объекта управления посредством изменения связей между элементами и пересмотра границы, разделяющей объект и среду.

Если это не приносит должный эффект, то осуществляется адаптация целей управления за счет формирования нового множества целей, достижение которых обеспечивается непосредственно системой управления с ранее созданной структурой.

Рассмотрим, как реализуются эти уровни адаптации в традиционных АОС.

В линейной обучающей программе адаптация в явном виде отсутствует. Поскольку априорно известны точные модели обучающей системы и объекта обучения, на основании которых строится оптимальная в смысле некоторого критерия (времени прохождения квантов ОИ) последовательность изложения учебного материала. Множество ОВ формируется в процессе обучения (на расстоянии) по жесткой заранее определенной схеме без реализации обратной связи на основе текущей информации.

Обучающие программы оперирующие на основе разветвленного алгоритма обучения включают модель обучаемого (субъекта обучения) предполагающую множество ответов на последовательность вопросов, которая предъявляется обучаемому (субъекту обучения) по факту завершения изучения каждой определенной порции ОИ. В зависимости от количества правильных ответов на вопросы метода исследования (теста) формируется вывод об уровне усвоения данной порции ОИ и принимается решение о необходимости перехода к следующей порции ОИ. Линейный разветвленный алгоритм обучения является упрощенным, поскольку также не предполагает наличия обратной связи, что позволяет говорить о низком уровне адаптации.

В обучающих программах на основе разветвленного алгоритма обучения предполагающего несколько способов и уровней изложения учебного материала модель обучаемого определяется одним параметром – рангом или категорией обучаемого (группы обучаемых), вычисленным на основе ИОЛСО и УОЗО. В данном случае процесс обучения предполагает одно-параметрическую адаптацию, которая выступает частным случаем параметрической адаптации модели обучаемого.

Определив ранг или категорию обучаемого, реализуют процесс формирования знаний группы обучаемых на основе одного из оптимальных алгоритмов обучения, не учитывающего психологические, физиологические и лингвистические параметры.

Результаты анализа различных алгоритмов в основе существующих обучающих систем позволяют сделать следующие основные выводы:

- обучающие системы с линейным и разветвленным алгоритмами обучения являются частным случаем общей схемы реализации обучающих программ;
- применение основных положений теории автоматического управления в обучении предполагает учет специфических закономерностей процесса формирования знаний;
- обзор принципов, моделей и алгоритмов формирования знаний обучаемых показывает, что пока не существует универсальной модели, а большинство моделей построено в конкретной ситуации для решения частных задач;
- отсутствуют индивидуально-ориентированные модели и алгоритмы в основе автоматизированных средств обучения (на расстоянии), которые имеют научное обоснование в рамках аппарата когнитивной информатики, частной физиологии анализаторов, когнитивной психологии и прикладной лингвистики, позволяют учитывать динамику состояния психики обучаемого (субъекта обучения) под воздействием набора отображаемых информационных фрагментов ОИ;
- реализация ИОС АДО на основе адаптивных средств обучения инициирует уточнение структуры обучающей системы, ее элементов и параметров, а также разработку модели обучаемого для повышения эффективности (результативности) процесса формирования знаний контингента обучаемых;
- на начальном этапе АДО необходимо обеспечить установку требуемого УОЗО, первичную инициализацию и диагностику значений параметров КМ;
- оценка эффективности обучения требует постановки цели и алгоритма обучения, а также критерия (функционала) позволяющего индцировать достижение цели.

Указанные выводы инициируют модификацию постановки задачи обучения и подходов к реализации структуры ИОС АДО, включающей набор компонентов, реализующих автоматизированное управление процессом индивидуально-ориентированного формирования знаний обучаемого как сложного объекта управления.

Обучающая система представляет собой систему управления сложным объектом, обучаемым с его моделью, сформулируем задачу обучения конкретнее и формализуем:

- цель обучения  $Z^*$  – определяется разными методическими рекомендациями и требованиями специалистов к профессиональной (специальной) подготовке;
- ОИ, предъявляемую обучаемому (субъекту обучения) посредством средства обучения, под воздействием которой реализуется процесс формирования его знаний, умений и необходимых навыков, определяемых заданной целью и задачами обучения;
- модель обучаемого (субъекта обучения) – набор параметров характеризующих особенности восприятия, обработки и понимания содержания информационных фрагментов;
- алгоритм обучения – правило генерации порций ОИ в процессе обучения.

Процесс обучения (на расстоянии) представим в виде последовательности сеансов (уроков), начинающихся в моменты времени  $t_0, t_1, \dots, t_n, \dots$ , в общем случае не равноотстоящие.

В начальный момент времени субъект (обучаемый) находится в некотором состоянии  $Y_0$ .

Требуется построить определенную последовательность ОВ  $\{U_n\}$ ,  $n = 0, 1, \dots$ ,

которая переведет обучаемого (субъекта обучения) в заранее заданное конечное состояние  $Y^*$ .

Причем (дистанционный) процесс перевода обучаемого из состояния  $Y_0$  в  $Y^*$

должен быть, в определенном научном смысле, оптимальным (эффективным).

В задачах обучения (на расстоянии) лучшим следует считать тот алгоритм обучения, который осуществляет данный перевод за кратчайшее время (оптимум по времени).

Для анализа эффективности обучения введем функцию качества  $Q$  обучения, которая зависит от текущего состояния субъекта обучения (обучаемого)  $Y$ , и будем вычислять ее номинальные значения в дискретные моменты времени  $t_0, t_1, \dots, t_n, \dots$ :

$$Q_n = Q(Y_n),$$

где  $Y_n$  – состояние субъекта обучения (обучаемого) в момент начала  $n$ -го сеанса обучения  $t_n$ .

Критерий  $Q_n$  характеризует уровень обученности субъекта обучения в момент  $t_n$ .

Без ограничения и существенной потери общности полагаем, что  $Q(Y^{**}) = Q^*$ ,

где уровень  $Q^*$  будет соответствовать абсолютной обученности субъекта обучения.

Цель обучения (на расстоянии)  $Z^*$  состоит в подборе оптимального значения функции качества  $Q$  с помощью минимального количества определенных ОВ  $U$ :

$$Q(Y) = \min_{u \in U},$$

где  $U$  – множество (набор) ОВ, а  $u$  – множество допустимых информационных фрагментов, переводящих обучаемого из состояния  $Y_0$  в  $Y^{**}$  – состояние абсолютной обученности.

Ввиду реальных свойств памяти человека (субъекта обучения) состояние  $Y^{**}$  и соответственно уровень абсолютной обученности  $Q^*$  практически не достижимы.

(Автоматизированное) обучение (на расстоянии) непосредственно следует завершать, когда критерий качества обучения  $Q_n$  достигает заданного порогового значения  $\delta$ :

$$Q_n \approx \delta,$$

где  $\delta$  – номинальное значение УОЗО (контингента обучаемых), близкая к  $Q^*$ .

Цель (автоматизированного) обучения (на расстоянии)  $Z^*$  заключается в достижении порогового значения  $\delta$  за минимально возможное количество шагов (сеансов обучения). При этом полагаем, что алгоритм обучения  $A_1$  лучше алгоритма обучения  $A_2$ , если он обеспечивает достижение порога (уровня)  $\delta$  за меньший промежуток времени или меньшее число шагов (сеансов обучения) посредством определенного набора ОВ.

Цель (автоматизированного) обучения (на расстоянии)  $Z^*$  формализуется:

$$Z^* = \begin{cases} Q(Y^*) \rightarrow \delta, \\ T(Y^*) \rightarrow \min, \end{cases}$$

где  $T(Y^*)$  – время (число сеансов) обучения, за которое обучаемый достигает  $Y^*$ .

Формализуем генерацию ОИ: будем рассматривать такие процессы обучения, в которых определенные ОИ можно представить в виде конечного множества перенумерованных элементарных порций (информационных фрагментов):  $U = \{U_1, U_2, \dots, U_N\}$ . Содержательный смысл ОВ определяется предметной областью обучения (на расстоянии). Из множества порций  $U$  на каждом  $n^{\text{м}}$  сеансе с помощью алгоритма обучения строится непосредственно подмножество  $U_n = \{u_1, u_2, \dots, u_{M_n}\}$ ,  $u_i \neq u_j$  при  $i \neq j$ ,  $u_i \in U$ , содержащее  $M_n$  элементарных порций (элементов) ОИ с номерами  $1, \dots, M_n$ , образующих объем материала для  $n^{\text{го}}$  сеанса обучения (на расстоянии) ( $1 \leq M_n \leq N$ ).

Рассмотрим обучаемого (субъекта обучения), состояние которого на  $n^{\text{м}}$  сеансе будем описывать вектором вероятностей незнания каждого из элементов ОИ:

$$Y_n \Leftrightarrow P_n = \{p_1^n, p_2^n, p_i^n, \dots, p_N^n\},$$

где  $p_i^n$  – вероятность незнания  $i^{\text{й}}$  порции ОИ в  $n^{\text{й}}$  момент времени  $t_n$  ( $0 \leq p_i^n \leq 1$ ).

Абсолютное знание всех порций ОИ описывается нулевым вектором  $p^{**} = 0$ .

Состояние  $j^{\text{го}}$  обучаемого (субъекта обучения) изменяется непосредственно посредством использования различных порций ОИ и описывается в виде:

$$P_n^j = F_n^j(P_{n-1}^j, U_n^j, C_{n-1}^j),$$

где  $F^j$  – оператор модели  $j$ -го обучаемого (субъекта обучения);

$P_n^j$  – состояние обучаемого после изучения  $U_n^j$  порции обучающей информации;

$C_{n-1}^j$  – параметры обучаемого (субъекта обучения) непосредственно перед тем, как он пройдет  $n^{\text{й}}$  сеанс обучения (на расстоянии) посредством набора ОВ  $U_n^j$ .

Модель непосредственно представляет собой рекуррентную формулу перехода из одного состояния  $P_{n-1}$  в другое  $P_n$  под воздействием  $U_n$  при параметрах  $C_{n-1}$ .

Индекс обучаемого  $j$  для простоты не используем, так как он лишь конкретизирует задачу.

Поэтому состояние любого обучаемого после изучения порции ОИ выражается:

$$P_n = F(P_{n-1}, U_n, C_{n-1}).$$

Вид оператора  $F$  модели субъекта обучения следует задать адекватно специфике памяти человека при обучении материалу заданной структуры и семантики. Вид оператора  $F$  может изменяться при изменении структуры ОИ и ее семантики.

Состояние  $Y_n \Leftrightarrow P_n$  обучаемого (субъекта обучения) непосредственно не наблюдается, поэтому необходимо иметь специальные средства измерения для оценки этого состояния. Таким средством измерения являются методы исследования (тесты) и вопросы, ответы на которые несут информацию о состоянии обучаемого (субъекта обучения).

Рассмотрим простейший тест в виде проверки УОЗО в результате изучения порции ОИ  $U_n$ . Реакция обучаемого  $R_n = (r_{u_1}^n, \dots, r_{u_{M_n}}^n)$  основывается на совокупности ответов испытуемого на вопросы теста по ОИ  $U_n$ , которая имеет вид:  $R_n = F^0(P_n, U_n)$ , где  $F^0$  – оператор обучаемого.

Параметр  $r_{u_i}^n = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases}$  характеризует результат выполнения теста: если обучаемый дал правильный или неправильный ответ после изучения  $u_i$ -го элемента  $U_n$  на  $n^{\text{м}}$  шаге.

Эта информация выступает исходной для адаптации параметров модели:  $C_n = \chi(C_{n-1}, R_n)$ , где  $\chi$  – алгоритм адаптации позволяет оценить состояние обучаемого  $P_n = \chi(P_{n-1}, U_n, R_n)$ .

Здесь  $\chi$  – алгоритм оценки состояния обучаемого (субъекта обучения) по результатам предыдущего шага обучения  $\langle U_n, R_n \rangle$  и предыдущего состояния  $P_{n-1}$ .

Алгоритм обучения позволяет определить очередную порцию  $U_{n+1}$  и заключается в минимизации показателя  $Q$  на каждом шаге обучения. Тогда задача оптимизации алгоритма обучения сводится к следующему виду:

$$Q(P_{n+1}) = Q(F(P_n, U_{n+1}, C_n)) \rightarrow \min_{U_{n+1} \in \Phi(R_{n+1})} \Rightarrow U_{n+1}^*,$$

где  $\Phi(R)$  – множество порций ОИ, удовлетворяющих ресурсу  $R$ ;  $R_n$  – определенный ресурс, выделенный на  $n^{\text{й}}$  сеанс обучения (на расстоянии) (предполагаемая длительность урока  $T$  или машинное время, доступное обучаемому и т.д.);  $U_{n+1}^*$  – локально-оптимальная порция ОИ, выдаваемая обучаемому на  $n+1^{\text{м}}$  сеансе обучения.

Обучение (на расстоянии) с помощью такого алгоритма обучения недостаточно хорошо обеспечивает решение задачи достижения заданной цели обучения  $Z^*$ , которая была поставлена. Дело в том, что число сеансов (автоматизированного) обучения (на расстоянии), полученное по этому алгоритму обучения, не может быть минимальным во времени. Но минимизация критерия  $Q$  на каждом шаге обучения, безусловно, дает оптимальное номинальное значение решения, близкое к минимальному, так как величина  $Q$  с каждым сеансом обучения (на расстоянии) уменьшается самым интенсивным образом и момент времени  $Q(Y^*) \approx \delta$  наступает достаточно быстро. При этом будет получено квази-оптимальное решение (номинальное значение), которое в ряде случаев непосредственно совпадает с оптимальным (по времени). Для каждого предмета изучения оптимальный (требуемый) УОЗО может варьировать в силу различных факторов, поэтому необходимо заранее установить допустимый диапазон отклонения результативности обучения для обучаемого оперирующего в системе АДО.

### 3.6.3. Специфика алгоритма обучения с моделью обучаемого

Возможна параметрическая и структурная адаптация модели обучаемого. В последнем случае структура модели субъекта обучения изменяется в процессе обучения.

Состояние обучаемого (субъекта обучения) на  $n^{\text{м}}$  сеансе обучения (на расстоянии) описывается непосредственно вектором вероятностей незнания элементов ОИ. Элементом ОИ может быть понятие, правило, определение, задача и т.д. В задаче обучения пониманию текстов на определенном языке элементами ОИ являются лексические единицы: отдельные слова или словосочетания.

В результате запоминания обучаемым порции ОИ на  $n^{\text{м}}$  сеансе обучения, он владеет элементами данной порции с вероятностью единица:  $p_i(t_n) = 0, i \in U_n$ , т. е. вероятности незнания информационных фрагментов из  $U_n$  в момент  $t_n$  равны нулю, однако с течением времени происходит инференция назад (забывание). Используя данные (когнитивной) психологии в области исследования памяти, в качестве модели обучаемого  $F_n$  выбираем экспоненциальную зависимость. Тогда вероятности незнания элементов ОИ изменяются по правилу (зависимости):

$$p_i^n = p_i(t_i^n) = 1 - e^{-\alpha_i^n t_i^n}, \quad i = 1, \dots, N; \quad n = 1, 2, \dots,$$

где  $\alpha_i^n$  – скорость забывания  $i^{\text{го}}$  информационного элемента ОИ на  $n^{\text{м}}$  сеансе обучения;  $t_i^n$  – время с момента последнего подхода к изучению  $i^{\text{го}}$  информационного элемента ОИ.

Естественно предположить теоретически (с научной точки зрения), что скорость забывания каждого информационного элемента ОИ уменьшается, если этот информационный элемент выдается обучаемому (субъекту обучения) для запоминания, и практически не изменяется, если он больше не изучается:

$$\alpha_i^{n+1} = \begin{cases} \alpha_i^n, & (i \notin U_n); \\ \gamma' \alpha_i^n, & (i \in U_n, r_i^n = 0); \\ \gamma'' \alpha_i^n, & (i \in U_n, r_i^n = 1, n = 1, 2, \dots) \end{cases}$$

где  $\gamma', \gamma'', \alpha_i^1 (i = 1, 2, \dots, N)$  – параметры, отражающие индивидуальные особенности памяти субъекта;  $0 < \gamma' < \gamma'' < 1, \alpha_i^1 > 0$  – начальная скорость забывания  $i^{\text{го}}$  информационного элемента ОИ.

Так как на каждом сеансе обучения (на расстоянии)  $i^{\text{й}}$  информационный элемент ОИ либо выдается для запоминания ( $i \in U_n$ ), либо не выдается для запоминания ( $i \notin U_n$ ), то в модели обучаемого (субъекта обучения) непосредственно необходимо учитывать время забывания информации (информационного элемента) после ее последнего изучения  $t_i^n$ :

$$t_i^{n+1} = \begin{cases} \Delta t_i^n, & (i \in U_n); \\ t_i^{n+1} + \Delta t_i^n, & (i \notin U_n), n = 0, 1, \dots \end{cases}$$

где  $\Delta t_n = t_n - t_{n-1}$  – интервал времени между двумя сеансами обучения (на расстоянии);  $(t_0, t_1, \dots, t_n)$  – моменты времени предъявления и изучения порций ОИ в пределах сеансов обучения. Вероятности незнания  $i$ -го инф. элемента ОИ до первого изучения на  $n$ -м сеансе равны единице (до начала обучения  $i$ -й информационный элемент ОИ неизвестен с единичной вероятностью):

$$p_i(t_i^k) = \lim_{\tau \rightarrow 0} p_i(t_k - \tau) = 1$$

для  $k = 0, 1, \dots, n, i \in U_n \prod_{k=0}^{n-1} U_k$ . При  $n = 0, p_i(t_i^0) = 1$  для всех  $i = 1, 2, \dots, N$  или  $P_0 = 1$ .

Изменение вероятностей незнания элементов ОИ зависит от скоростей их забывания, которые определяются индивидуальными свойствами памяти обучаемого (субъекта обучения) и временем забывания информационных элементов ОИ после их предъявления для изучения.

Процедура коррекции и оптимизации значений скоростей забывания  $\alpha_i^n (i = 1, 2, \dots, N)$  реализуется алгоритмом адаптации на основе БПКМ, содержащего параметры  $C_n$ . На первом уровне осуществляется адаптация структуры модели обучаемого  $F_n$ . Второй уровень связан с параметрической адаптацией модели субъекта обучения.

Критерием качества обучения (на расстоянии)  $Q_n$  выбирается такой, который характеризует уровень знаний и состояние обученности обучаемого (субъекта обучения). Для задачи обучения (на расстоянии) пониманию текста на определенном языке данный уровень характеризуется вероятностью незнания порции ОИ, выбранной случайным образом непосредственно из БДОИ:

$Q_n = \sum_{i=1}^N p_i(t_i^n) q_i$ , где  $p_i(t_i^n)$  – вероятность незнания  $i^{\text{го}}$  инф. элемента ОИ ( $0 < p_i(t_i^n) < 1$ );

$q_i$  – частота появления  $i^{\text{го}}$  элемента ОИ в рассмотренном тексте (без повторов элементов ОИ  $q_i = 1$ ).

Величины частот  $q_i (i = 1, 2, \dots, N)$  определяются по определенному тексту, отражающему содержание предмета изучения до начала процесса обучения (на расстоянии).

При  $n = 0$ ,  $Q_0 = \sum_{i=1}^N q_i = 0$ ,  $P_0 = \sum_{i=1}^N p_i(t_i^0) = 1$  предп., что обучаемый ничего не знает.

Для других задач обучения величина  $q_i$  может характеризовать важность  $i^{\text{го}}$  понятия и т.д.

Цель обучения (на расстоянии)  $Z^*$ , для достижения которой предлагается на каждом шаге обучения решать локальную задачу оптимизации,

которую для критерия  $Q_n$  можно переписать в виде  $Q_n = \sum_{i=1}^N p_i(t_i^n) q_i \rightarrow \min_{U_n \in \Phi(L_n)} \Rightarrow U_n^*$ .

Результатом решения данной задачи является локально-оптимальная порция ОИ  $U_n^*$ , которая выдается обучаемому (субъекту обучения) на  $n^{\text{м}}$  сеансе обучения (на расстоянии). Критерий  $Q_n$  вычисляется к моменту  $t_n$  начала  $n^{\text{го}}$  сеанса обучения. При этом задача оптимизации алгоритма обучения может иметь несколько решений. Например, можно включать в множество  $U_n^*$  только те ОВ, запоминание которых на  $n^{\text{м}}$  сеансе обучения обеспечивает наибольшее уменьшение  $Q_n$  к концу сеанса обучения. Назовем непосредственно эту процедуру оптимизации «нуль-шаговой».

Другим решением задачи оптимизации может быть включение в множество  $U_n^*$  только тех ОВ, запоминание которых на  $n$ -м сеансе обучения обеспечит наибольшее уменьшение  $Q_{n+1}$ , т.е. значения критерия качества обучения к началу следующего  $n+1^{\text{го}}$  сеанса обучения. Эту процедуру назовем «одношаговой». Аналогично можно построить  $k$ -шаговую процедуру, по которой строится  $U_n^*$  с целью минимизации  $Q_{n+k}$  к началу  $n+k^{\text{го}}$  сеанса обучения. Для решения задачи будем строить нуль-шаговую процедуру как самую простую и не требующую трудоемких вычислений.

Для подбора оптимального значения (минимального)  $Q_n$  к концу сеанса обучения естественно в  $U_n^*$  включаются ОВ, имеющие наименьшее значение произведения  $p_i(t_i^n)q_i$ , так как в результате их запоминания это произведение стремится к нулю и тем самым существенно влияет на снижение номинального значения  $Q_n$ .

Для обеспечения оптимального значения  $Q_n$  к концу  $n^{\text{го}}$  сеанса обучения, располагая ресурсом  $L_n$ , необходимо найти  $M_n$  максимальных членов в сумме, индексы которых и определяют очередную определенную порцию ОИ, предъявляемую обучаемому для изучения,- этот алгоритм записывается в виде:

$$\begin{cases} u_1 = \max_{1 \leq i \leq N} p_i(t_i^n)q_i \\ u_i = \max_{1 \leq i \leq N (i \neq u_1)} p_i(t_i^n)q_i \\ \dots \\ u_{M_n} = \max_{1 \leq i \leq N (i \neq u_j, j=1,2,\dots,M_n)} p_i(t_i^n)q_i \end{cases}$$

где  $i$  – индекс  $U^* \in U$  максимального значения  $a_i$ , т.е.  $a_i^* = \max_{1 \leq i \leq N} a_i$ ,

а  $\{u_1, u_2, \dots, u_{M_n}\} = U_n^*$  – та порция ОИ, которая выдается для изучения на  $n^{\text{м}}$  сеансе.

Объем порции  $M_n$  непосредственно зависит от определенного ресурса  $L_n$ .

Пусть  $L_n = T_n$  – продолжительность  $n^{\text{го}}$  сеанса обучения (на расстоянии), или время (интервал времени), отведенное на изучение порции ОИ  $U_n$ , а время изучения  $i^{\text{го}}$  инф. элемента ОИ обратно пропорционально вероятности его незнания. Это предположение базируется на естественном основании (с научной точки зрения): чем меньше вероятность незнания инф. элемента, тем меньше времени необходимо на его изучение. Тогда объем  $M_n$  очередной порции  $U_n$  определяется из следующего соотношения:

$$M_n = \max_{1 \leq M \leq N} \{M : T_n \geq k \sum_{i \in \{u_1, \dots, u_M\}} p_i(t_i^n)\},$$

где  $T_n$  – среднее время запоминания элемента ОИ при первом его предъявлении обучаемому;

$u_1, u_2, \dots, u_M$  – номера информационных элементов ОИ, определяемых по правилу.

Параметр  $k$  априорно неизвестен и поэтому должен оцениваться адаптивно в процессе (автоматизированного) обучения (на расстоянии) в зависимости от времени, затрачиваемого обучаемым (субъектом обучения) на выполнение (изучение) порции ОИ:

$$k_{n+1} = k_n + v(T_n' - T_n),$$

где  $v$  – безразмерный коэффициент скорости адаптации технологического процесса обучения,

а  $T_n'$  – время, затраченное обучаемым (субъектом обучения) на запоминание  $U_n$ .

Обучение заканчивается, когда  $Q_n$  достигает требуемого уровня обученности  $\delta$ . Число сеансов обучения (на расстоянии)  $n$ , за которое достигается  $Q_n \rightarrow \delta$ , определяет продолжительность (автоматизированного) обучения (на расстоянии).

Таким образом, алгоритм обучения включает последовательность итераций:

- предъявляется набор ОВ относящихся к предмету изучения с учетом ИОЛСО;
- реализуется проверка уровня остаточных знаний обучаемого по факту изучения порции ОИ  $U_n$ , в результате которой образуется множество  $R_n$ ;
- осуществляется адаптация параметров обучаемого (субъекта обучения)  $C_n$ ;
- корректируется и формируется вектор вероятностей незнания инф. элементов ОИ  $P_n$ ;
- вычисляется критерий качества (автоматизированного) обучения (на расстоянии)  $Q_n$ ;
- если достигается номинальное значение  $Q_n \approx \delta$ , то обучение заканчивается.

При  $Q_{n+1} > \delta$  определяется очередная порция ОИ  $U_{n+1}$ , которая выдается для изучения.

Затем на следующем цикле обучения (на расстоянии) снова повторяются п. 1 – 5 и т.д.

Точность полученного вектора  $R_n$  зависит от сложности, валидности и точности используемых вопросов в методе исследования (тесте), что особенно важно при оценке ИОЛСО.

Рассматривая систему обучения (на расстоянии) необходимо выделить два пути позволяющие отразить адекватность разработанных принципов, а также степень их достоверности:

- аналитический способ на основе формализации контура адаптации;
  - необходимо осуществить выбор алгоритма обучения и его параметры на основе представленной формализации обучающей системы, генерирующей информационные фрагменты посредством использования формирователя порций ОВ, ориентированных на обучаемого (субъекта обучения), а также измеряющей УОЗО и ИОЛСО с исп. формирователя тестовых заданий;
  - реализовать моделирование (автоматизированной) системы обучения (на расстоянии) по разомкнутому принципу с целью выявления допустимых пределов отклонения результативности обучения (на расстоянии) контингента обучаемых;
  - сформировать структуру модели обучаемого (субъекта обучения), которая априорно неизвестна (обуславливает подбор структуры оператора в большей мере описывающего свойства реального обучаемого);
  - выбрать набор параметров, характеризующих особенности генерации ОВ;
  - осуществить установку начальных номинальных значений параметров;
  - реализовать моделирование по замкнутому принципу с подключением адаптивного алгоритма на основе начальных значений модели обучаемого;
- экспериментальный способ, позволяющий отразить повышение эффективности формирования знаний контингента обучаемых на основе статистического анализа апостериорных данных серии экспериментальных исследований;
  - для реализации контура адаптации требуется реализовать непосредственно диагностику значений параметров КМ, отражающих ИОЛСО и УОЗО;
  - обеспечить анализ полученных значений для исключения и включения различных параметров КМ, позволяя сформировать актуальное множество параметров влияющих на эффективность обучения в различной мере.

### 3.6.4. Оценка параметров (когнитивной) модели

При исследовании модели обучаемого (субъекта обучения) возникает задача оценки номинальных значений ее неизвестных параметров. Такими параметрами модели являются  $\gamma'$  и  $\gamma''$  коррекции скоростей забывания, а также начальные номинальные значения этих скоростей  $\alpha^1 = (\alpha_1^1, \alpha_2^1, \dots, \alpha_N^1)$ .

Параметры  $\gamma'$ ,  $\gamma''$ ,  $\alpha^1$  отражают индивидуальные особенности памяти обучаемого.

Начальные значения скоростей забывания  $\alpha^1$  можно оценить в процессе обучения по результатам первого экзамена методом максимального правдоподобия.

Пусть на  $n^m$  сеансе обучаемому впервые выдаются информационные элементы ОИ, образующие множество информационных фрагментов  $U_n = \{u_1, u_2, \dots, u_{K_n}\} \subset U$ .

Для данных инф. элементов ОИ  $\alpha_i^n = \alpha_i^{n-1} = \dots = \alpha_i^1 = \alpha (i \in U_n)$ , а обучаемый изучает порцию  $U_n$ .

Результат проверки знания порции (информационного фрагмента)  $U_n$  через время (интервал времени)  $t$  после изучения представляется в виде вектора  $R_n$ .

Для  $i \in U_n$  вычисляем вероятности незнания:  $p_i(t) = 1 - e^{-\alpha t} = p, (i \in U_n)$ .

Запишем функцию правдоподобия:  $P = p^x (1-p)^{K_n-x}$ , минимизация которой по  $p$  дает возможность оценить номинальное значение  $P$ , а следовательно, и  $\alpha$ .

Здесь  $x = \sum_{i \in U_n} r_i^n$  – число незапомненных инф. элементов ОИ из  $K_n$  впервые изучаемых.

Для удобства вычислений заменяем  $P$  на  $\ln P$ , после чего для нахождения значения  $\alpha$ , при котором функция  $P$  принимает наибольшее номинальное значение, берем производную от  $\ln P$  по  $\alpha$  и приравниваем ее к нулю:

$$\frac{\partial \ln P}{\partial \alpha} = \frac{x e^{-\alpha t}}{1 - e^{-\alpha t}} + (x - K_n)t = 0.$$

Отсюда получаем оценку номинального значения параметра  $\alpha$ :  $\hat{\alpha} = -\frac{1}{t} \ln \frac{K_n - x}{K_n}$ .

Оценка параметров  $\gamma'$  и  $\gamma''$  в процессе обучения представляется достаточно сложной. Поэтому для их оценки предлагается перед началом обучения (на расстоянии) проводить корректировочный эксперимент (идентификацию параметров).

Для задачи обучения иностранной лексике данный эксперимент имеет особенности. Обучаемый получает  $N$  незнакомых слов на иностр. языке и должен запомнить их перевод. Изучение осуществляется ежедневно в течение некоторого фиксированного интервала времени, одинаково непосредственно для каждого обучаемого (субъекта обучения). Перед изучением проводится экзамен, результаты которого представляются в виде вектора

$R_n = \{r_1^n, r_2^n, \dots, r_N^n\}$ , где  $r_i^n = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases}$ , если обучаемый дал правильный перевод  $i^{\text{го}}$  слова

в  $n^m$  испытании (шаге обучения) и неправильный перевод соответственно.

Затем обучаемый (субъект обучения) доучивает не запомненные слова, и на другой день (при следующем подходе) проводится экзамен по всем словам. Это повторяется до тех пор пока обучаемый (субъект обучения) не запомнит все слова, т.е. после экзамена непосредственно все номинальные значения  $r_i^n = 0, i = 1, 2, \dots, N$ .

Апостериорные данные являются производными рассматриваемой модели. В данном случае непосредственно  $M_n \Leftrightarrow N$  и  $\Delta t_n = 1$  для всех  $n = 0, 1, \dots, K$ , где  $K$  – число испытаний (подходов) до полного запоминания всех  $N$  слов, т.е.

$$K = \min \left\{ n : \sum_{i=1}^N r_i^n = 0 \right\}.$$

Скорости забывания изменяются в данном случае:  $\alpha_i^{n+1} = \begin{cases} \gamma' \alpha_i^n, & (r_i^n = 0) \\ \gamma'' \alpha_i^n, & (r_i^n = 1) \end{cases}$ ,

где  $0 < \gamma' < \gamma'' < 1, (i = 1, 2, \dots, N; n = 1, 2, \dots, K)$ ,

а вероятности незнания принимают вид  $p_i^n = 1 - e^{-\alpha_i^n}, (i = 1, 2, \dots, N; n = 1, 2, \dots, K)$ .

Каждый день ( $\Delta t_n = 1$ ) изучаются и запоминаются все слова  $M_n \Leftrightarrow N$ .

Так как для запоминания даются незнакомые слова обучаемому, то  $p_i^0 = 1$  для всех  $i = 1, 2, \dots, N$ .

Начальную скорость забывания  $\alpha$  можно оценить по результатам экзамена, осуществляемого на другой день после первоначального запоминания слов:

$$\hat{\alpha} = -\ln \frac{N - \sum_{i=1}^N r_i^0}{N}.$$

Параметры  $\gamma'$  и  $\gamma''$  оцениваются методом максимального правдоподобия.

Для анализа оценки номинального значения  $\gamma''$  введем  $A_n$  – множество номеров слов, которые обучаемый не запомнил до  $n^{\text{го}}$  испытания;  $S_n$  – число таких слов, т.е.  $|A_n| = S_n$ .

Тогда для всех  $i \in A_n$  непосредственно имеем:

$$\begin{aligned} \alpha_i^n &= (\gamma'')^{n-1} \alpha, \\ p_i^n &= 1 - e^{-\alpha_i^n} = 1 - e^{-(\gamma'')^{n-1} \alpha} = p_n, (n = 1, 2, \dots) \end{aligned}$$

Экспериментальные данные представляются множеством  $R_n$  реализаций  $r_i^n$  случайных величин  $\xi_i^n$ , имеющих следующее математическое распределение:

$$\begin{aligned} P\{\xi_i^n = 1\} &= p_i^n, \\ P\{\xi_i^n = 0\} &= 1 - p_i^n, (i = 1, 2, \dots, N) \end{aligned}$$

Величина  $x_n$  определяется как сумма  $x_n = \sum_{i \in A_n} (1 - r_i^n)$  выражающая число слов из  $S_n$ , запомненных в определенном  $n^{\text{м}}$  испытании (подходе). Строим функцию правдоподобия в виде вероятности получения всего возможного множества данных  $R_n$  эксперимента, - она зависит от параметра  $\gamma''$ :

$$P = \prod_{n=1}^K p_n^{S_n - x_n} (1 - p_n)^{x_n} = \prod_{n=1}^K [1 - e^{-(\gamma'')^{n-1} \alpha}]^{S_n - x_n} [e^{-(\gamma'')^{n-1} \alpha}]^{x_n}.$$

Ищем значение параметра  $\gamma''$ , при котором  $\ln P$  достигает максимума. Логарифмируя полученное математическое выражение, получаем:

$$\ln P = \sum_{n=1}^K \{ (S_n - x_n) \ln [1 - e^{-(\gamma'')^{n-1} \alpha}] - x_n (\gamma'')^{n-1} \alpha \}.$$

Для нахождения максимума  $\ln P$  берем непосредственно частную производную по  $\gamma''$  и приравниваем ее нулю:

$$\frac{\partial \ln P}{\partial \gamma''} = \sum_{n=2}^K \left[ \frac{S_n - x_n}{1 - e^{-(\gamma'')^{n-1} \alpha}} e^{-(\gamma'')^{n-1} \alpha} (n-1)(\gamma'')^{n-2} \alpha - x_n (n-1)(\gamma'')^{n-2} \alpha \right] = 0.$$

Отсюда для  $\gamma''$  получаем непосредственно алгебраическое уравнение:

$$\sum_{n=2}^K \frac{S_n - x_n}{1 - e^{-(\gamma'')^{n-1} \alpha}} e^{-(\gamma'')^{n-1} \alpha} (n-1)(\gamma'')^{n-2} = \sum_{n=2}^K x_n (n-1)(\gamma'')^{n-2}$$

Очевидно, что получить точное решение этого трансцендентного уравнения относительно  $\gamma''$  невозможно уже при  $K \geq 6$ , поэтому упростим его.

Из оценки начальной скорости забывания  $\hat{\alpha}$  следует, что  $\hat{\alpha} \geq 1$  при  $\frac{\sum_{i=1}^N r_i^0}{N} \geq 1 - \frac{1}{e}$ , т.е. тогда, когда доля не запомненных информационных элементов ОИ на другой день (подход) после изучения больше примерно на  $2/3$ . Как показали эксперименты по запоминанию иностранной лексики, это бывает крайне редко. Поэтому в дальнейшем весь анализ целесообразно проводить для  $\alpha < 1$ . Кроме того, с ростом  $n$  величина  $\alpha_i^n$  не возрастает, т.е.  $0 < \alpha_i^n < 1, (i = 1, 2, \dots, N)$ .

Так как  $0 < \gamma'' < 1$  и  $0 < (\gamma'')^n \alpha < 1$ , то:  $e^{-(\gamma'')^n \alpha} \approx 1 - (\gamma'')^n \alpha$ .

$$\text{Получаем } \sum_{n=2}^K (S_n - x_n)(n-1) = \alpha \sum_{n=2}^K S_n (n-1)(\gamma'')^{n-1}.$$

Построим приближенное решение данного алгебраического уравнения. Для этого непосредственно рассмотрим сначала определенный случай, когда непосредственно величина номинального значения  $\gamma''$  близка к единице. Разложим  $(\gamma'')^n$  в алгебраический ряд Тейлора в окрестности единицы:

$$(\gamma'')^n = [1 - (1 - \gamma'')]^n = 1 - n(1 - \gamma'') + \dots$$

Подставив это в предыдущее математическое выражение, получим:

$$\sum_{n=2}^K (S_n - x_n)(n-1) \approx \alpha \sum_{n=2}^K S_n (n-1) [1 - (n-1)(1 - \gamma'')],$$

откуда можно непосредственно оценить номинальное значение  $\gamma''$ :

$$\hat{\gamma}'' = 1 - \frac{\sum_{n=2}^K [S_n(\alpha - 1) + x_n](n-1)}{\alpha \sum_{n=2}^K S_n (n-1)^2}.$$

Если номинальное значение  $\gamma''$  сильно отличается от единицы, то полученную формулу можно использовать для первого приближения к  $\hat{\gamma}''$ .

Для оценки параметра  $\gamma'$  необходимо найти среднее по всем испытаниям число не запоминаний слов (обозначим его через  $\Theta$ ) и его математическое ожидание  $M\Theta$ .

По экспериментальным данным непосредственно можно вычислить  $\bar{\Theta}$ :

$$\bar{\Theta} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^K \sum_{i=1}^N r_i^n.$$

Математическое ожидание среднего числа не запоминаний слов имеет вид:

$$\bar{\Theta} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^K \sum_{i=1}^N M\xi_i^n = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^K \sum_{i=1}^N Mp_i^n.$$

Так как непосредственно номинальное значение  $p_i^n = 1 - e^{-\alpha_i^n} \approx \alpha_i^n$ , то:

$$M\Theta \approx \frac{1}{N} \sum_{n=1}^K \sum_{i=1}^N M\alpha_i^n.$$

Найдем непосредственно математическое ожидание скорости забывания  $M\alpha_i^n$ .

Используем представление математического ожидания случайной величины в виде:

$$M\xi = M\{M(\xi | B)\},$$

где  $M(\xi | B)$  – условное математическое ожидание случайной величины  $\xi$  относительно события  $B$ .

Так как  $\alpha_i^{n+1} = \begin{cases} \gamma' \alpha_i^n \\ \gamma'' \alpha_i^n \end{cases}$  с вероятностями  $e^{-\alpha_i^n}$  и  $1 - e^{-\alpha_i^n}$  соответственно,

то  $M\alpha_i^{n+1} = M\{M(\alpha_i^{n+1} | \alpha_i^n)\} = M\{\gamma' \alpha_i^n e^{-\alpha_i^n} + \gamma'' \alpha_i^n (1 - e^{-\alpha_i^n})\} \approx \gamma' M\alpha_i^n + (\gamma'' - \gamma') M(\alpha_i^n)^2$ .

Отсюда видно, что  $M\alpha_i^{n+1}$  зависит от второго слагаемого, – найдем  $M(\alpha_i^n)^2$ .

Методом математической индукции непосредственно можно показать, что на  $k$ -й момент времени номинальное значение скорости забывания имеет вид:

$$M(\alpha_i^n)^k = (\gamma')^k M(\alpha_i^{n-1})^k + [(\gamma'')^k - (\gamma')^k] M(\alpha_i^{n-1})^{k+1}.$$

Оценку номинального значения параметра  $\gamma'$  получаем из равенства:

$$M\Theta \approx \bar{\Theta}.$$

При этом непосредственно строим последовательные приближения.

Так как  $M\alpha_i^1 = \alpha_i^1, (i = 1, 2, \dots, N)$ , то получаем выражение  $M\alpha_i^2$ , определяем  $M\Theta$  для  $K = 2$  и полученный результат приравниваем к  $\bar{\Theta}$ , вычисленному также при  $K = 2$ .

Получаем первое приближение номинального значения  $\hat{\gamma}'_1$ , которое используем для вычисления  $M(\alpha_i^2)^2$ , после чего повторяем описанную процедуру.

В результате получаем приближение номинального значения  $\hat{\gamma}'_2$ .

Так повторяем до  $n = K$ , в результате чего получаем номинальное значение  $\hat{\gamma}'_{K-1}$ ,

которое непосредственно принимаем за оценку номинального значения параметра  $\hat{\gamma}'$ .

Таким образом, по результатам предварительного эксперимента можно строить оценки номинальных значений параметров  $\gamma'$  и  $\gamma''$ , а затем использовать в процессе обучения для адаптации скоростей забывания.

На основании проведенного исследования сформируем выводы по третьей главе:

1. Изложена сущность комплексного подхода к решению проблемы создания среды автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе КМ, предполагающего внесение различных модификаций в организацию ИОС и технологию формирования знаний контингента обучаемых (субъектов обучения), реализующего анализ инф. взаимодействия между субъектами и средствами обучения направленный на повышение эффективности функционирования алгоритмов и процедур в основе компонентов системы АДО посредством внедрения методов когнитивной информатики и ТКМ.
2. Представлены различные модификации в организации ИОС и технологии процесса формирования знаний контингента обучаемых при реализации различных компонентов системы АДО со свойствами адаптации на основе КМ с использованием современных достижений в области ИКТ, позволяющие учитывать ИОЛСО.
3. Описана специфика автоматизированного индивидуально-ориентированного обучения как управляемого процесса формирования знаний контингента обучаемых в ИОС: структура процесса АДО, особенности семантической модели сохранения и извлечения предварительно структурированных данных отражающих содержание предмета изучения на разных языках и уровнях изложения материала.
4. Представлена структура и особенности реализации канала информационного взаимодействия между субъектами и средствами обучения в ИОС системы АДО со свойствами адаптации на основе КМ, охватывающего весь цикл АДО.
5. Представлено назначение, задачи, принцип функционирования и набор решаемых задач адаптивным средством обучения (ЭУ), основным и прикладным ДМ, а также отражена структура и назначение разработанного БПКМ.
6. Представлены особенности сбора информации из разных источников, ее первичной обработки и структурирования для использования компонентами ИОС: классификация источников информации и методы получения данных, перечислены существующие и предложены разработанные модели представления данных, информационная структура ЭУ и алгоритм его наполнения структурированными данными, отражающими непосредственно содержание предмета изучения.
7. Представлена архитектура ЭУ нового поколения функционирующего на основе разработанного процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов, позволяющего учитывать различные ИОЛСО, а также семантическая модель представления, извлечения и сохранения информации в основе средства обучения.
8. Представлено формальное описание адаптивных систем обучения с моделью обучаемого: алгоритмы обучения в АОС, адаптация в ИОС АДО, специфика алгоритма обучения с моделью обучаемого (субъекта обучения) и особенности оценки параметров КМ.

В третьей главе получены два научных результата: структура ИОС и принципы функционирования компонентов системы АДО со свойствами адаптации на основе БПКМ, позволяющие реализовать инновационный контур адаптации на основе ИОЛСО, обеспечивающий повышение эффективности функционирования ИОС системы АДО.

#### **4. Технология когнитивного моделирования для системного анализа информационно-образовательной среды**

ТКМ представляет собой итеративный цикл – замкнутую последовательность этапов, предусматривающих возврат назад на одну и более итерации для внесения модификаций с целью выявления и исправления выявленных ошибок и несоответствий.

ТКМ предназначена для проведения первичного системного анализа ИОС, выработки требований и ограничений, структурирования полученных данных, формирования КМ субъекта обучения и КМ средства обучения с использованием двух способов представления (ориентированный граф и структурная схема объекта в данной области), размещения БПКМ в ИОС системы АДО, моделирования, статистического анализа и выявления закономерностей.

Контур управления системой АДО является замкнутым контуром, предусматривающим обратную связь (сбор и накопление информации, генерация ОВ, диагностика УОЗО и ИОЛСО и выявление зависимостей). Мониторинг и контроль процесса обучения заключается в целенаправленном накоплении информации с последующей ее классификацией, упорядочением и структурированием. Структурированная информация о состоянии субъекта обучения позволяет сформировать новые и модифицировать существующие алгоритмы генерации ОВ в управляемом процессе контролируемого формирования знаний, умений и навыков, учитывая ИОЛСО при работе с УМК, модернизировать алгоритмы обучения, анализировать образовательные программы, адаптировать комплекс программ, внедрять новые средства, методы и алгоритмы обучения в образовательный процесс. Создание ТКМ целесообразно и оправдано для проведения комплексного исследования ИОС системы АДО.

Представленная технология (ТКМ) отражает последовательность этапов, обеспечивающих ряд мероприятий для проведения системного анализа:

- сбор первичных сведений об объекте исследования с учетом целей, задач и ограничений в данной предметной области;
- подбор совокупности научных аспектов раскрывающих свойства и динамику функционирования определенного объекта исследования;
- подбор необходимого количества портретов КМ необходимого для анализа;
- (ре)конструирование структуры КМ и изменение способа ее представления;
- осуществление структурного и параметрического анализа сформированной КМ;
- использование КМ объекта исследования в среде его функционирования;
- моделирование, направленное на диагностику значений параметров КМ;
- анализ апостериорных данных посредством статистических методов для выявления закономерностей в процессе функционирования объекта исследования;
- интерпретация выявленных закономерностей с целью формализации достоинств и недостатков объекта исследования в среде его функционирования;
- накопление новых знаний об объекте, процессе или явлении исследования.

ТКМ реализует возможность системного анализа и повышения эффективности управляемого формирования знаний контингента обучаемых в ИОС АДО.

#### **4.1. Итеративный цикл технологии когнитивного моделирования**

ТКМ выступает итеративным циклом, который включает последовательность этапов реализующих проведение системного анализа, предусматривает возврат на предыдущие этапы для корректировки выявленных несоответствий и ошибок, является универсальной по отношению к объекту исследования и предметной области, поддерживает комплексирование (включение и исключение) набора разработанных методик и алгоритмов, которые позволяют реализовать глубокий системный анализ выбранного объекта исследования и обоснование полученных результатов с точки зрения широкого спектра различных научных аспектов его рассмотрения, а также выявить факторы влияющие на повышение эффективности функционирования объекта в среде и выработать различные подходы к модернизации его структуры.

Практическое использование ТКМ достигается в разных предметных областях:

- ИОС системы АДО [системный анализ] (выбрана для проведения исследований) – анализ информационного взаимодействия между субъектами и средствами обучения, выявление различных факторов оказывающих существенное влияние на повышение эффективности функционирования ИОС и оценка степени их влияния на результативность процесса формирования знаний контингента обучаемых;
- информационная среда финансового рынка [финансовый анализ] (требует включения в ТКМ дополнительных методик и алгоритмов) – создание методов и подходов к реализации поддержки принятия решений при формировании портфеля покупки и продажи финансовых инструментов обращаемых на валютном и фондовом (рынок капитала) рынках и рынке драгоценных металлов, прогнозирование тенденции к росту или спаду текущей рыночной (котировочной) стоимости различных финансовых инструментов (основных и производных ценных бумаг);
- информационная среда организационной структуры организации [финансовый анализ] (требует добавления в технологию дополнительных методик и алгоритмов) – формирование системы статических и динамических (временной фактор) показателей отражающих непосредственно эффективность (результативность) финансово-хозяйственной деятельности определенной (кредитной) организации (коэффициенты быстрой и текущей ликвидности и платежеспособности в краткосрочном и долгосрочном периоде, показатели безубыточности производства, характеристики эффективности инвестирования и оборачиваемости капитала) за определенный период времени посредством методов вертикального, горизонтального и трендового финансового анализа и планирования;
- инф. среда бухгалтерского учета и аудита (кредитной) организации [фин. анализ] (необходимо добавить дополнительные методики и алгоритмы адекватно специфике предметной области) – финансовый анализ и аудит принятой модели ведения бухгалтерского учета результатов финансово-хозяйственной деятельности организационной структуры посредством совокупности стандартных форм отчетности и последующее выявление несоответствий на основе системы действующих правил и норм ведения бухг. учета.

Итеративный цикл ТКМ (рис. 4.1) отражает последовательность основных этапов, обеспечивающих системный анализ выбранного объекта исследования (ИОС системы АДО). На каждом этапе применения ТКМ используются различные методики и алгоритмы, набор которых определяется выбранным объектом исследования и предметной областью.



Рис. 4.1. Итеративный цикл технологии когнитивного моделирования

Для «сложных» ИОС АДО ТКМ предусматривает непосредственно привлечение ряда специалистов-консультантов, которые обозначены различными литерами: преподаватель, физиолог, психолог, лингвист или методист (Э) – эксперт в определенной предметной области (проблемной сфере); когнитолог (К) – специалист в области инженерии знаний (искусственного интеллекта), обеспечивающий корректность полученной структуры параметрической КМ; системный аналитик (А) – специалист в области системного анализа и моделирования ИОС; программист (П) – квалифицированный специалист, владеющий современными методами и подходами к реализации высокотехнологичных средств ИОС посредством сред программирования.

## **4.2. Методика использования технологии когнитивного моделирования**

Методика использования ТКМ формализует последовательность проведения системного анализа ориентированного на повышение эффективности функционирования объекта исследования в рамках определенной (заданной) предметной области (предлагается реализовать системный анализ ИОС системы АДО на основе КМ):

- предварительный анализ объекта исследования и структурирование полученных данных адекватно способу представления параметрической КМ – реализуется на первых трех этапах ТКМ с использованием одного или комбинации методов получения информации из различного рода источников, накопление данных характеризующих состояние объекта исследования выделенного из среды для анализа или динамику развития ситуации непосредственно в рамках определенной предметной области (каждому научному аспекту анализа объекта исследования вводится портрет КМ);
  - идентификация – реализуется сбор сведений посредством использования одного из методов получения информации (коммуникативные или текстологические методы) из различного рода источников (специалист-носитель редких знаний или традиционные и электронные носители информации выраженной в данных), последующее формирование описаний и спецификаций на выделенный объект исследования (ситуацию) для проведения системного анализа;
  - концептуализация – выделение (добавление и удаление или модификация) ключевых понятий и сущностей, свойств и элементарных параметров, характеризующих объект или ситуацию подлежащие исследованию, формирование из них групп (портретов с научным обоснованием и видов свойств) и специфических подгрупп (векторов параметров) на основе принципов подчинения, включения, объединения и прочих, а также введение системы обозначений (идентификаторов и кодификаторов) для каждого введенного (нового) информационного элемента с учетом принадлежности к определенной группе информационных элементов и последующее определение допустимых пределов отклонения значений каждого из них, последующее создание концептуальной схемы непосредственно выступающей формальным описанием исходного объекта или анализируемой ситуации на основе множества полученных информационных элементов и отношений между ними;
  - структурирование – уточнение количества выделенных групп информационных элементов (портретов и видов свойств) на высшем уровне иерархии, подгрупп информационных элементов (векторов параметров) на среднем уровне иерархии содержащих подчиненные информационные элементы (свойства и параметры) расположенные на нижнем уровне рассматриваемой иерархии, а также определение количества необходимых иерархических уровней в полученной концептуальной схеме объекта, процесса или явления исследования (поскольку предлагаемый далее способ представления параметрической КМ допускает редукцию некоторых информационных элементов на разных уровнях иерархии), (ре)конструирование полученной (результатирующей) концептуальной схемы по результатам уточнения отношений, связей и зависимостей между выделенными в ней информационными элементами (используется при формализации КМ);

- формирование и выбор способа представления структуры параметрической КМ – реализуется посредством использования алгоритма формирования структуры КМ на основе определенной модели представления структурированных данных;
  - формализация – выбор способа (модели) представления полученной структуры КМ: одна из существующих моделей представления структурированных данных (формальная логическая или фреймовая модель, семантическая сеть и онтология) или одна из инновационных (разработанных) и предложенных (граф сочетающий теорию множеств и многоуровневая структурная схема);
  - структурный анализ – проведение статистического анализа для выявления корреляционных зависимостей и связей между информационными элементами КМ;
  - параметрический анализ – выявление и исключение (при необходимости) противоречивых информационных элементов в основе полученной КМ, сопоставление номинальных значений параметров параметрической КМ и областей их допустимых значений, выявление пределов вариации;
- исследование параметров КМ субъекта обучения и КМ средства обучения – предлагаются непосредственно две методики исследования параметров;
  - реализация – полученная КМ размещается в основе среды исследования, выявляются номинальные значения параметров и верифицируются их допустимые пределы отклонения посредством привлечения специалистов и автоматизированных средств диагностики (тестирования), оперирующих на основе набора методов исследования (тестов);
  - моделирование – реализуется реальное или имитационное моделирование, которое направлено на выявление потенциально возможных состояний объекта исследования с учетом требований и ограничений в предметной области;
- математическая обработка апостериорных данных посредством статистических методов обеспечивается на основе алгоритма обработки апостериорных данных полученных в ходе разработанной серии автоматизированных экспериментов;
  - анализ – предварительная обработка выборок с апостериорными данными, выявление типа распределения номинальных значений измеряемого признака, анализ ограничений и областей применения существующих методов обработки данных, подбор множества статистических методов обработки апостериорных данных, реализация математической обработки с использованием подобранных статистических методов, проверка адекватности и достоверности полученных параметрических КМ на основе содержащихся в них номинальных значений и вторичных данных полученных в результате использования статистических методов обработки данных;
  - предметная интерпретация – научное обоснование выявленных различных корреляционных связей и зависимостей, тенденций и закономерностей с точки зрения совокупности научных областей адекватно подобранному множеству научных аспектов рассмотрения объекта исследования, заложенных непосредственно в основе каждого портрета параметрической КМ;
- синтез новых знаний – обнародование в (периодических) научных изданиях и регистрация в органах (банках) научно-технической информации подтвержденных тенденций, зависимостей, закономерностей и связей и относящихся к особенностям функционирования выделенного объекта, процесса или явления исследования в определенной среде (предметной области).

Методика использования ТКМ формализует использование последовательности этапов ТКМ для решения различных классов задач в ходе системного анализа ИОС системы АДО посредством применения методик и алгоритмов содержащихся в ее основе, представленных на рис. 4.2 слева и выделенных штриховой линией (допустимо добавление новых и удаление существующих методик и алгоритмов при смене объекта, процесса или явления исследования в предметной области).



Рис. 4.2. Методика использования технологии когнитивного моделирования

### 4.3. Способы представления структуры когнитивной модели

КМ – (ре)конструируемый репертуар параметров в ширину и глубину, отражающий совокупность аспектов системного анализа объекта исследования, эшелонированный на ряд портретов ( $PP_1, PP_2, \dots, PP_i, \dots$ ) с научным обоснованием и стратифицированный на несколько математических множеств: множества видов свойств ( $BC_1, BC_2, \dots, BC_j, \dots$ ) и свойств ( $C_1, C_2, \dots, C_k, \dots$ ), множества векторов параметров ( $BP_1, BP_2, \dots, BP_l, \dots$ ) и параметров ( $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_m, \dots$ ).

Для формализации полученной структуры параметрической КМ предлагаются два способа (модели) представления репертуара (иерархии) параметров: ориентированный граф сочетающий теорию множеств (формальная модель) и многоуровневая структурная схема (неформальный способ).

Используя аппарат теории графов, параметрическая КМ представляет собой ориентированный граф, в вершинах которого сосредоточены (сверху вниз): портреты, виды свойств, свойства, векторы параметров и параметры, которые образуют соотв. множества, характеризующие объект исследования в предметной области (рис. 4.3).

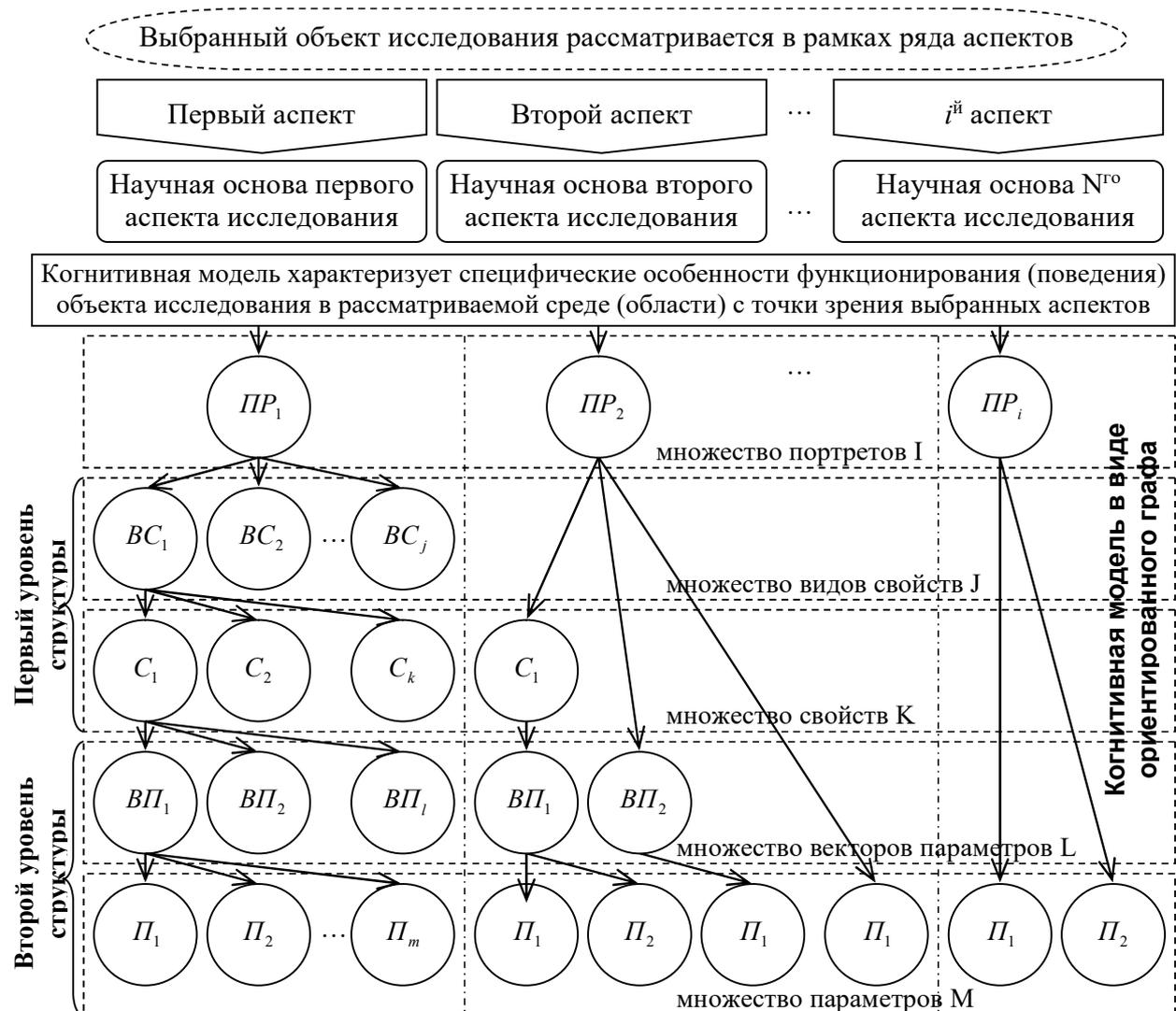


Рис. 4.3. Рекомендуемая основа для построения структуры когнитивной модели в виде ориентированного графа (формальное представление)

На рис. 4.4 представлен способ представления КМ в виде структурной схемы.

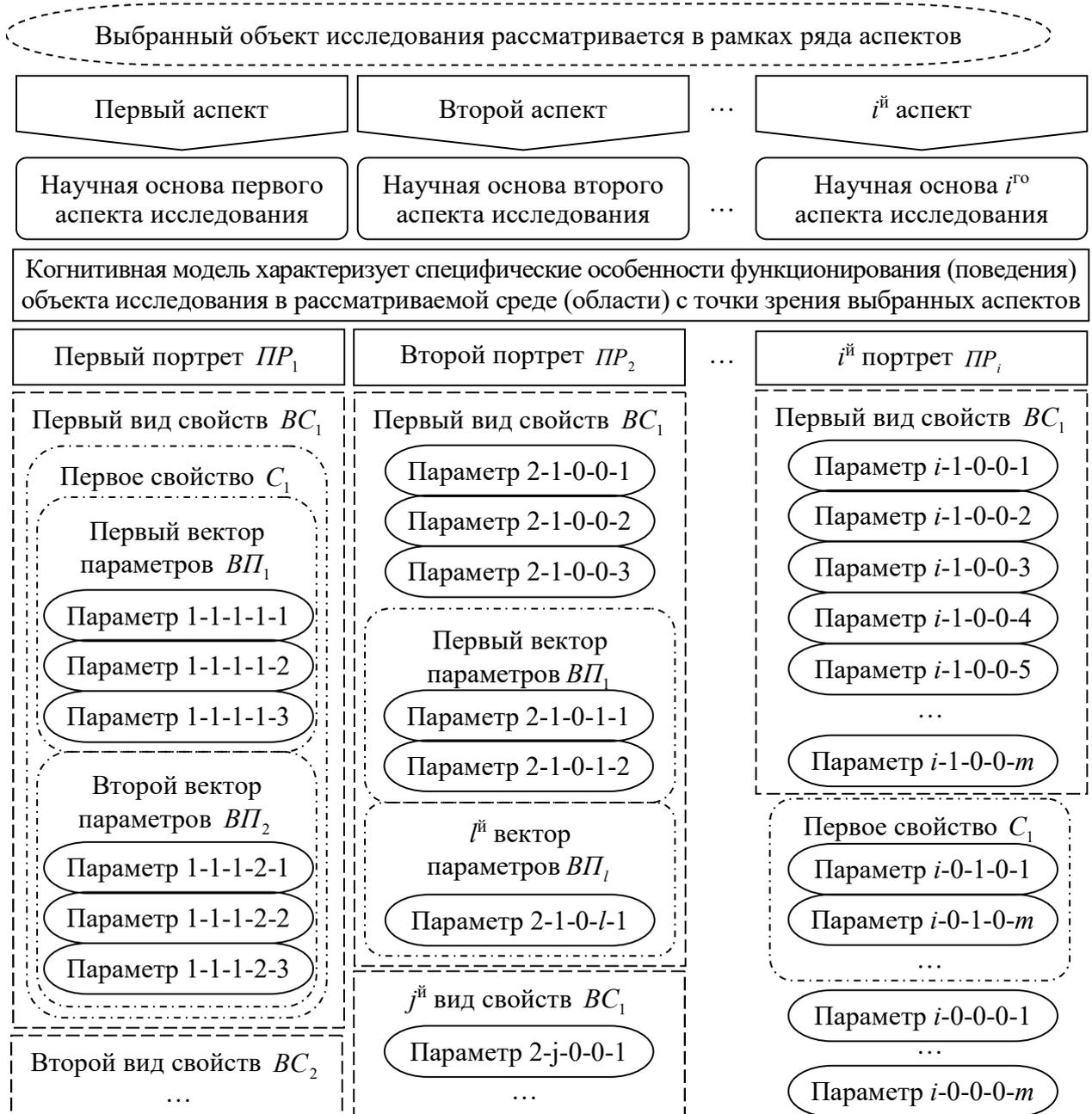


Рис. 4.4. Рекомендуемая основа для построения структуры когнитивной модели в виде структурной схемы (неформальное представление)

Рекомендуется каждому научному аспекту рассмотрения объекта исследования создать и в дальнейшем ассоциировать с ним определенный портрет КМ, в пределах которого располагаются виды свойств и свойства, векторы параметров и параметры. В процессе (ре)конструирования КМ допустима редукция и наращение ее структуры.

На рис. 4.3 и 4.4 введены и используются следующие обозначения для множеств и счетных индексов на разных уровнях КМ:  $PP_i$  – множество портретов  $I$  и индекс портрета  $i$ ,  $BC_j$  – множество видов свойств  $J$  и индекс вида свойства  $j$ ,  $C_k$  – множество свойств  $K$  и индекс свойства  $k$ ,  $BP_l$  – множество векторов параметров  $L$  и индекс вектора параметров  $l$ ,  $P_m$  – множество параметров  $M$  и индекс параметра  $m$ .

#### 4.4. Алгоритм формирования структуры когнитивной модели

Алгоритм формирования структуры КМ охватывает несколько первых этапов ТКМ и обеспечивает поддержку процедуры (ре)конструирования структуры КМ на основе одного из предложенных способов представления структуры КМ:

- идентификация – на основе собранных сведений, задач и ограничений подбирается перечень научных областей рассмотрения объекта исследования и подбирается необходимое количество портретов КМ ( $PP_i$ ) достаточное для реализации системного анализа объекта, процесса или явления исследования;
  - для системного анализа ИОС системы АДО и повышения эффективности информационного взаимодействия между субъектами и средствами обучения предлагается в дальнейшем сформировать две параметрические КМ (субъекта и средства обучения) и ввести в каждую модель три портрета (физиологический, психологический и лингвистический), которые позволяют обеспечить ее научное обоснование в рамках трех предметных областей (физиология сенсорных систем, когнитивная психология и прикладная лингвистика);
- концептуализация – в объекте исследования выделяются ключевые понятия и наименования сущностей (элементарные параметры –  $\Pi_m$  и свойства –  $C_k$ ) и их классы, группы признаков (виды свойств –  $BC_j$  и векторы параметров –  $BP_l$ );
  - на основе выделенных классов и групп признаков объекта исследования формируется набор видов свойств ( $BC_j$ ) и элементарных свойств ( $C_k$ );
  - из набора ключевых понятий и наименований сущностей формируется набор векторов параметров ( $BP_l$ ) и элементарных параметров ( $\Pi_m$ );
- структурирование – необходимо сформировать структуру способную агрегировать выделенные информационные элементы ( $BC_j, C_k, BP_l, \Pi_m$ ), которая в дальнейшем ложится в основу КМ формализованную посредством одной из существующих моделей представления данных, либо посредством предложенных далее моделей (граф сочетающий теорию множеств и схема), при этом необходимо придерживаться иерархического принципа построения структуры КМ (вводятся два уровня содержащие по два слоя в каждом);
  - поскольку КМ является реконструируемым репертуаром параметров (элементов входящих в основу ее иерархии) предусматривающим возможность расширения в ширину и глубину, то обеспечивается добавление портрета ( $PP_i$ ) подлежащего процедуре дальнейшего наполнения различными элементами располагающимися на различных уровнях иерархии и образующими ряд множеств, каждое из которых характеризуется определенной мощностью: множество видов свойств ( $BC_j$ ) мощностью  $J$ , множество свойств ( $C_k$ ) мощностью  $K$ , множество векторов параметров ( $BP_l$ ) мощностью  $L$ , множество элементарных параметров ( $\Pi_m$ ) мощностью  $M$ ;

- вначале рассматривается первый уровень иерархии в формируемой КМ характеризующий основные (базовые) признаки выделенного для анализа объекта исследования и включает два слоя на каждом из которых выделяются соответствующие множества информационных элементов – виды свойств ( $BC_j$ ) и элементарные свойства ( $C_k$ ), а совокупное количество информационных элементов содержащихся на данном уровне не ограничено и рассчитывается на основе мощностей каждого из рассматриваемых слоев  $J+K$ ;
- затем производится наполнение второго уровня иерархии в формируемой КМ, а каждый элемент данного уровня описывает и уточняет назначение ранее введенных элементов расположенных на первом уровне: вводятся параметры ( $П_m$ ) и векторы параметров ( $ВП_l$ ) характеризующие каждое элементарное свойство ( $C_k$ ) объекта исследования, количество элементов содержащихся на данном уровне не ограничено, мощность множеств второго уровня рассчитывается  $L+M$ ;
- совокупная мощность всех множеств информационных элементов находящихся на двух уровнях входящих в КМ рассчитывается по формуле  $J+K+L+M$ ;
- формализация – выбирается оптимальная модель представления данных (предлагается ориентированный граф сочетающий теорию множеств и многоуровневая схема) необходимая и достаточная для представления КМ на основе полученной иерархической структуры, включающей два уровня;
  - при выборе ориентированного графа для обеспечения представления структуры формируемой КМ (рис. 4.3) – каждый информационный элемент представляет собой вершину графа, которая располагается на определенном уровне иерархии и принадлежит определенному множеству ( $I, J, K, L, M$ ), а отношения (на основе принципа соподчинения, включения и т.д.) между элементами сформированной иерархии отражаются посредством дуг графа (идентификаторы дуг по умолчанию не вводятся, но предусматриваются);
  - при использовании многоуровневой структурной схемы (рис. 4.4) для отображения полученной структуры КМ необходимо заполнить значения в слотах соответствующих портретам ( $ПП_i$ ), видам свойств ( $BC_j$ ), свойствам ( $C_k$ ), векторам параметрам ( $ВП_l$ ), элементарным параметрам ( $П_m$ ), а спецификой данного способа представления КМ является отсутствие связей между информационными элементами расположенными на разных уровнях иерархии, легкая программная реализация, повышенная наглядность и быстрая интерпретация представленных информационных элементов, возможность редукции некоторых информационных элементов находящихся на различных уровнях иерархии вне зависимости от их типа;

- при выборе фреймовой модели представления структурированных данных формирование структуры КМ сводится к указанию идентификаторов и значений полей иерархически соподчиненных поименованных таблиц (рис. 4.5);
  - идентификатор фрейма верхнего уровня (прото-фрейм) соответствует наименованию объекта исследования (наименованию КМ определенного объекта), а его поля содержат перечень наименований портретов;
  - идентификатор фрейма первого слоя (первый уровень) соответствует наименованию портрета КМ ( $ПП_i$ ), а его информационные поля содержат перечень имеющихся видов свойств ( $ВС_j$ ) и их описаний (значений);
  - идентификатор фрейма второго слоя (второй уровень) соответствует наименованию определенного вида свойств ( $ВС_j$ ), а его поля включают перечень элементарных свойств ( $C_k$ ) и их описаний (значений);
  - идентификатор фрейма третьего уровня (второй уровень) соответствует наименованию определенного свойства ( $C_k$ ), а его поля содержат перечень векторов параметров ( $ВП_l$ ) и их описаний (значений);
  - идентификатор фрейма-экземпляра четвертого уровня (второй уровень) соответствует наименованию вектора параметров ( $ВП_l$ ), а его поля включают перечень элементарных параметров ( $П_m$ ) и их значений (включая области допустимых значений и пределы вариации);

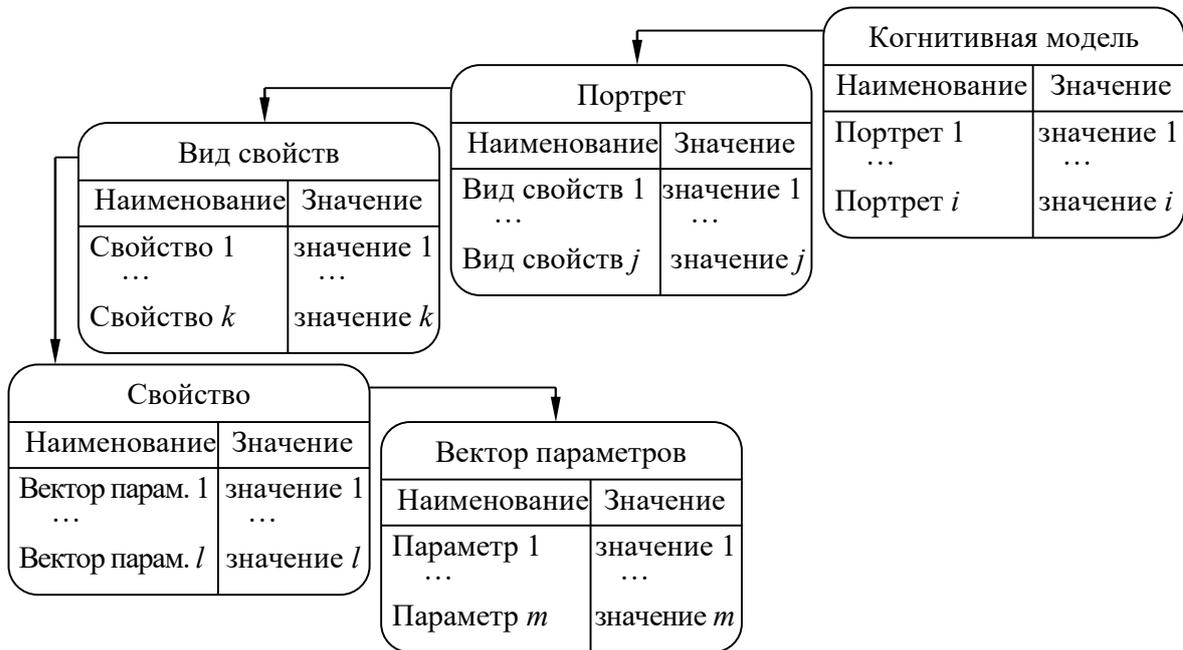


Рис. 4.5. Представление когнитивной модели посредством фреймовой модели

- при использовании семантической сети для представления структуры КМ объекта исследования вводится набор вершин каждая из которых соответствует элементам расположенным на различных уровнях иерархии сформированной КМ, затем отображаются связи между ними имеющие различные идентификаторы, каждый из которых отражает взаимную соподчиненность информационных элементов друг относительно друга, при построении семантической сети необходимо ориентироваться на принцип иерархичности (рис. 4.6);

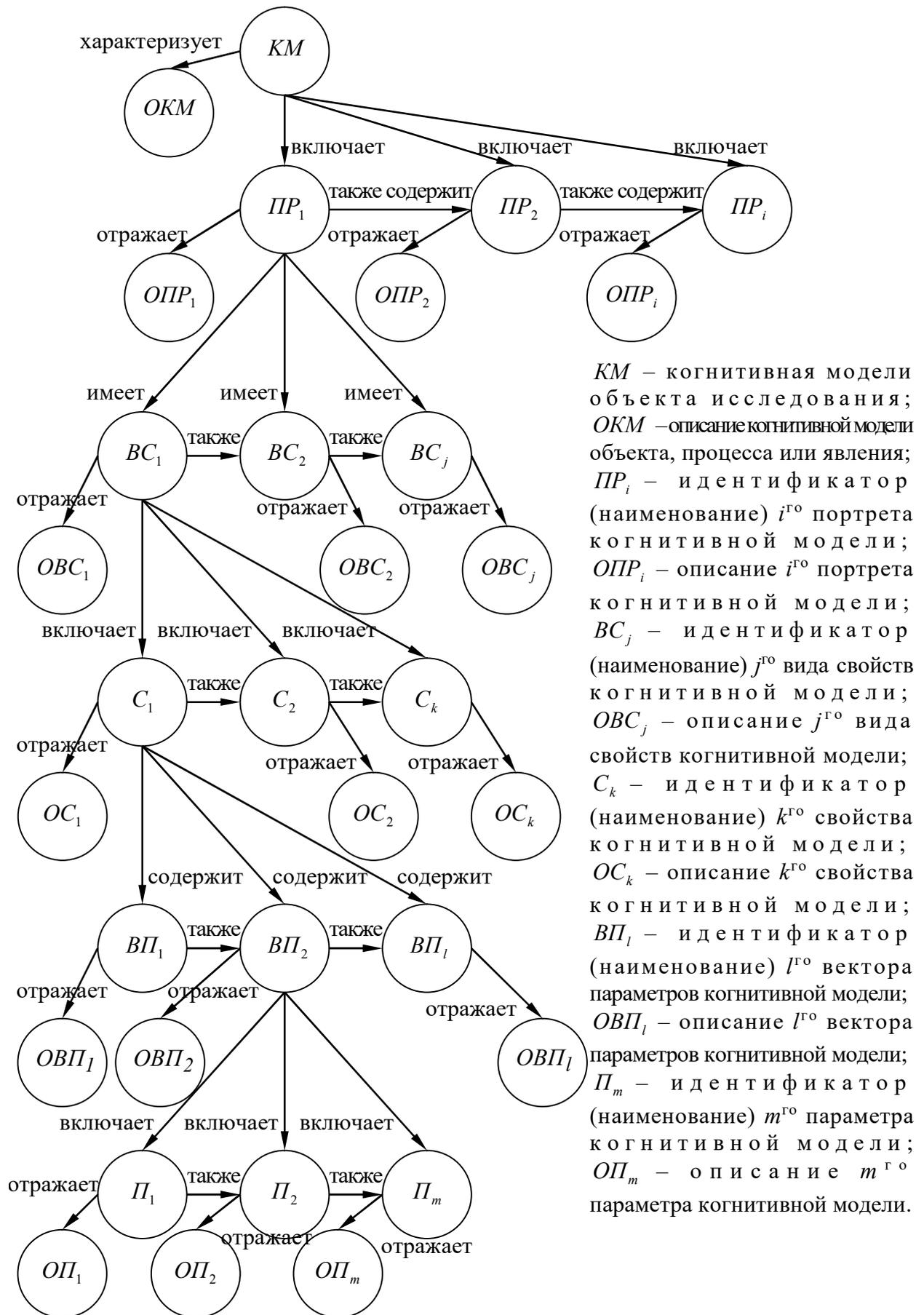


Рис. 4.6. Представление когнитивной модели в виде семантической сети

- структурный анализ – реализуется анализ первого уровня структуры КМ (раздельно или совместно по отношению к каждому портрету  $PP_i$ ) с целью выявления степени глубины и полноты описания выбранного для исследования объекта, процесса или явления (предлагается исследовать ИОС АДО);
  - при исследовании ИОЛСО интерес представляют особенности восприятия (аномалии рефракции, восприятия пространства и цветового зрения), обработки (конвергентные и дивергентные способности, познавательные стили и обучаемость) и понимания информации (уровень владения языком изложения материала и программными средствами в основе ИОС АДО);
  - для исследования потенциальных возможностей средства обучения предлагается рассмотреть особенности визуальной репрезентации (параметры фона, шрифта, цветовая и звуковая схемы), способ отображения последовательности информационных фрагментов (вид, стиль и скорость представления информации и дополнительные параметры), уровень представления информации (уровень изложения материала и набор элементов в основе интерфейса программного компонента системы АДО);
- параметрический анализ – осуществляется анализ второго уровня структуры КМ с целью выявления степени согласованности находящихся в ее основе элементов уточняющих свойства объекта исследования и позволяющие накапливать информацию, позволяющую определить тесноту связей между элементами структуры КМ непосредственно после математической обработки апостериорных данных с использованием различных специальных статистических методов;
  - проводится анализ полноты, непротиворечивости и согласованности полученных векторов параметров ( $BP_l$ ) характеризующих каждое элементарное свойство ( $C_k$ ) или вид свойств (если имеет место редукция определенного свойства) образующих математическое множество мощностью  $L$ ;
  - проводится анализ соответствия значения элементарного параметра ( $P_m$ ) значение которого измерено в ходе эксперимента с заранее заданными пределами вариации (областью допустимых значений параметра);
- реализация – на основе полученной теоретической структуры КМ имеется возможность сформировать экспериментальную структуру КМ включающую набор параметров актуальных для проведения анализа эффективности функционирования объекта исследования посредством использования средства автоматизации (специальной компьютерной программы);
  - осуществляется настройка программного обеспечения для реализации процедуры исследования (диагностики), например ДМ, а затем ЭУ;
  - при разработке инфологической схемы БД реализующей хранение и извлечение значений соответствующих элементам структуры КМ учитывалась возможность ее расширения в ширину и глубину (рис. 4.7).

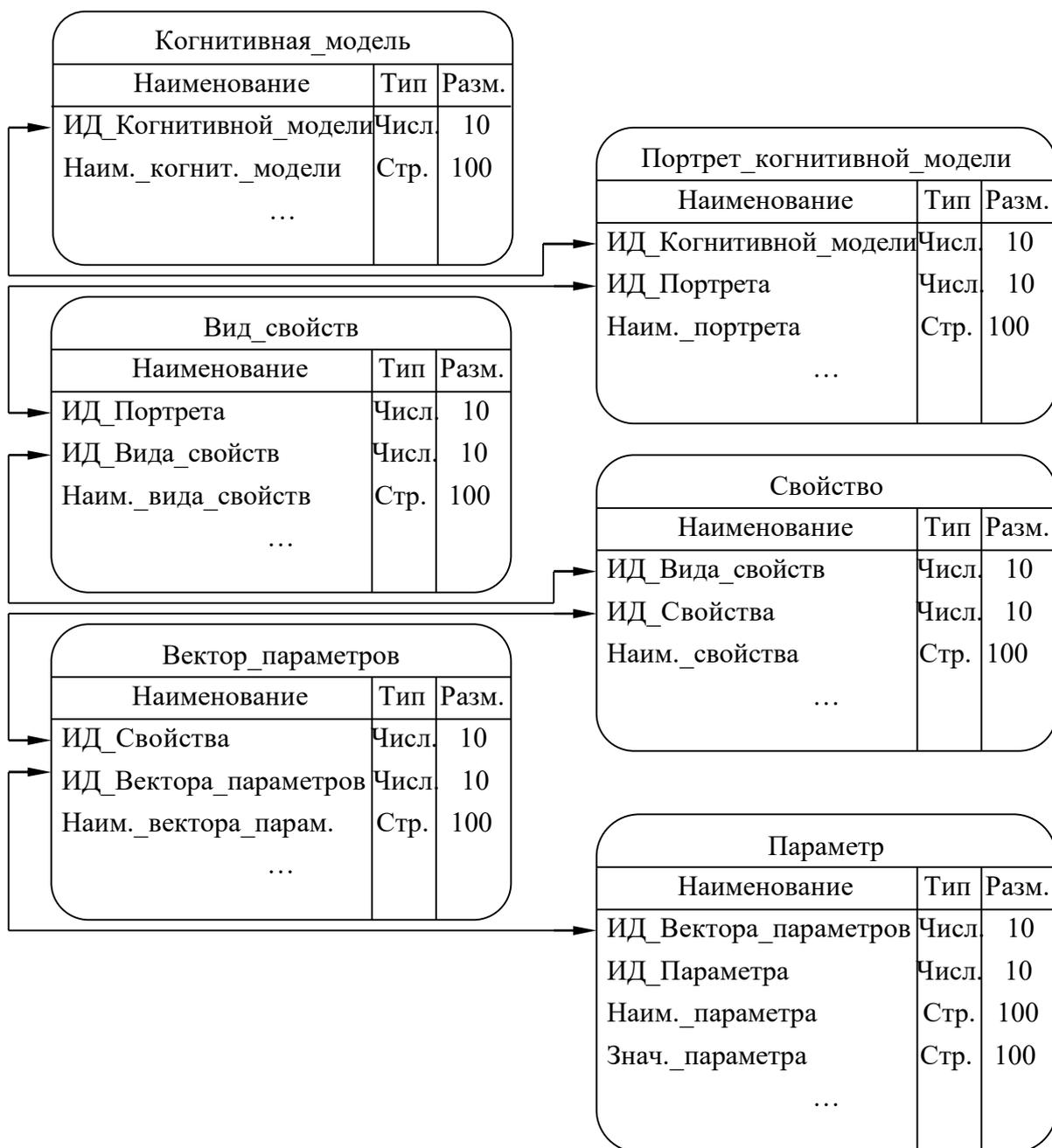


Рис. 4.7. Инфологическая схема базы данных для представления структуры когнитивной модели

На рис. 4.7 представлен фрагмент инфологической схемы БД, включающей несколько поименованных таблиц и набор информационных полей, некоторые из которых выступают ключевыми и обеспечивают связь между разными таблицами:

- таблица «Когнитивная\_модель» – содержит перечень КМ различных объектов;
- таблица «Портрет\_когнитивной\_модели» – отражает перечень портретов входящих в определенную КМ каждый из которых имеет научное обоснование;
- таблица «Вид\_свойств» – включает совокупность видов свойств;
- таблица «Свойство» – множество свойств, входящих в каждый вид свойств;
- таблица «Вектор\_параметров» – содержит перечень векторов параметров;
- таблица «Параметр» – набор идентификаторов параметров и их значений.

Для формализации последовательности (ре)конструирования структуры КМ предлагается алгоритм формирования структуры КМ (рис. 4.5), который позволяет сформировать КМ на основе двух способов (моделей) представления ее структуры: ориентированный граф сочетающий элементы теории множеств и структурная схема.

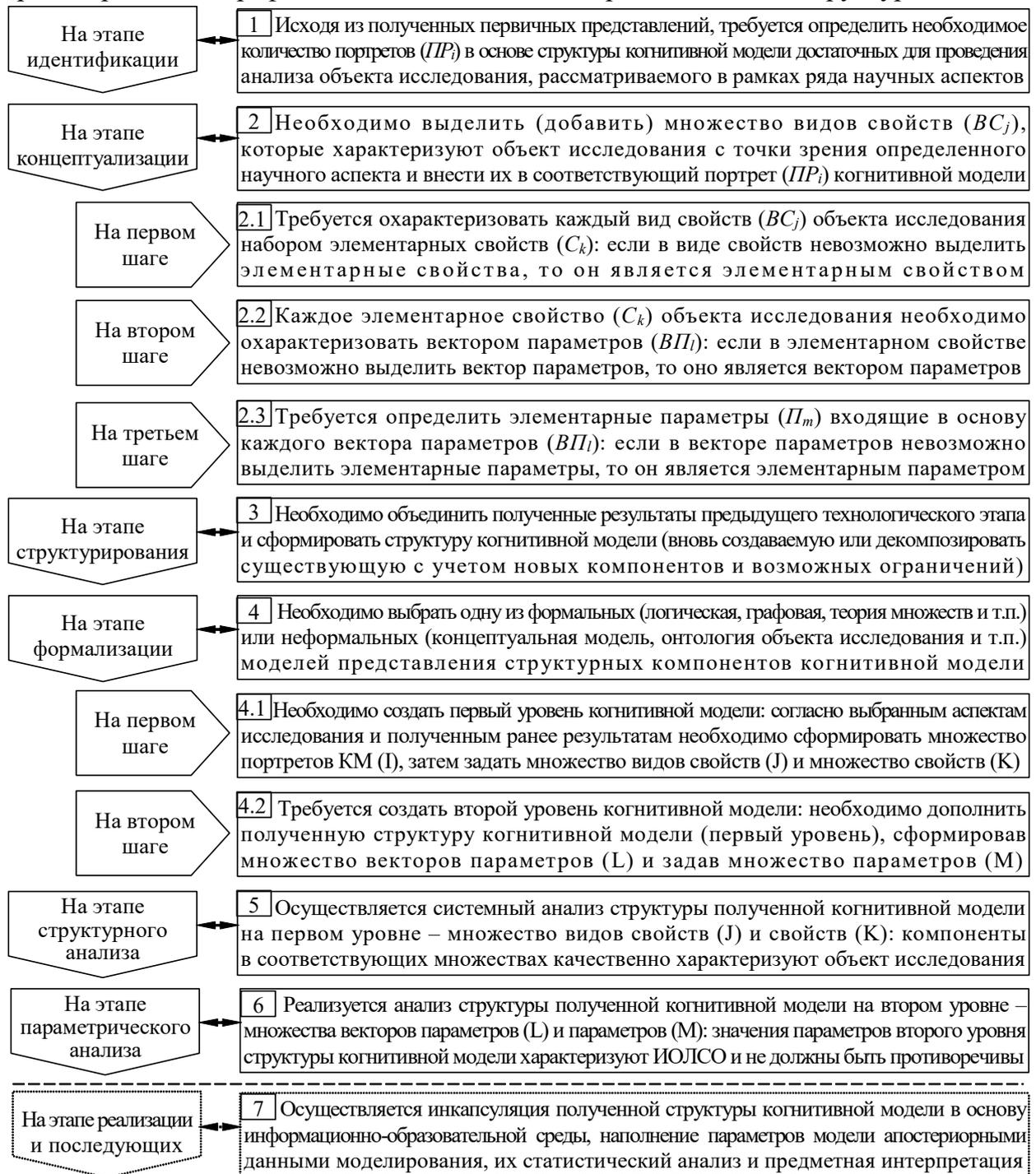


Рис. 4.8. Алгоритм формирования структуры когнитивной модели

Рекомендуется каждому научному аспекту рассмотрения объекта исследования ассоциировать (внести в соответствие) определенный портрет параметрической КМ, в пределах которого располагаются различные виды свойств ( $BC_j$ ) и свойства ( $C_k$ ), векторы параметров ( $BП_i$ ) и элементарные параметры ( $П_m$ ). В процессе (ре)конструирования КМ допустима редукция ее структуры, некоторые информационные элементы в ее основе могут отсутствовать.

#### **4.5. Методика исследования параметров когнитивной модели субъекта обучения**

Предложенная методика включает несколько этапов в рамках которых реализуется технологический процесс подготовки и постановки серии экспериментов, настройки программного обеспечения, проведения эксперимента для обеспечения возможности последующей обработки апостериорных данных накопленных в БД:

- предварительный этап – настройка программного обеспечения для автоматизации проведения исследования параметров КМ субъекта обучения;
  - исходная (теоретическая) структура КМ подлежит переносу (вводу) в БД программных средств, обеспечивающих полный цикл исследования;
  - запускается режим администрирования программного средства (прикладного ДМ) и активизируется панель ввода идентификаторов и значений параметров КМ субъекта обучения, задаются номинальные значения по умолчанию;
- подготовительный этап – согласно сформированному репертуару параметров КМ (параметры имеющиеся ранее и введенные в ходе модификации ее структуры) подбирается непосредственно набор методов исследования в форме диагностики (наблюдение, протоколирование, опрос в форме естественного диалога, обсуждение в рамках круглого стола, автоматизированное тестирование и прочие) позволяющих определить значения каждого параметра подлежащего исследованию;
  - обеспечивается разработка специального алгоритмического обеспечения, программная реализация и последующее добавление найденного метода исследования для диагностики значений нового параметра внесенного в БД прикладного ДМ;
  - реализуется анализ БД содержащей различные методы исследования ИОЛСО, а также выявление и последующее удаление устаревших методов исследования;
  - осуществляется копирование временно неиспользуемых методов предназначенных для поддержки автоматизированной диагностики в резервную БД;
- этап тестирования – применяется прикладной ДМ для автоматизации процесса диагностики значений параметров характеризующих ИОЛСО посредством использования определенного метода содержащегося в БД;
- этап анализа – реализуется математическая обработка апостериорных данных с использованием определенного статистического метода анализа;
  - осуществляется формирование выборок с апостериорными данными, которые характеризуют динамику отобранного набора показателей;
  - реализуется первичный анализ номинальных значений показателей в полученных выборках с апостериорными данными (поиск выбросов, артефактов, определение корректности и пределов вариации значений наблюдаемых признаков, выявление соответствия определенному закону распределения значений признаков подлежащих анализу посредством набора методов);
  - обеспечивается вторичный математический анализ выборок с апостериорными данными посредством определенных статистических методов.

Методика позволяет обеспечить последовательность мероприятий направленных на организацию и проведение автоматизированной диагностики (в форме тестирования) значений параметров КМ субъекта обучения посредством прикладного ДМ (рис. 4.9).

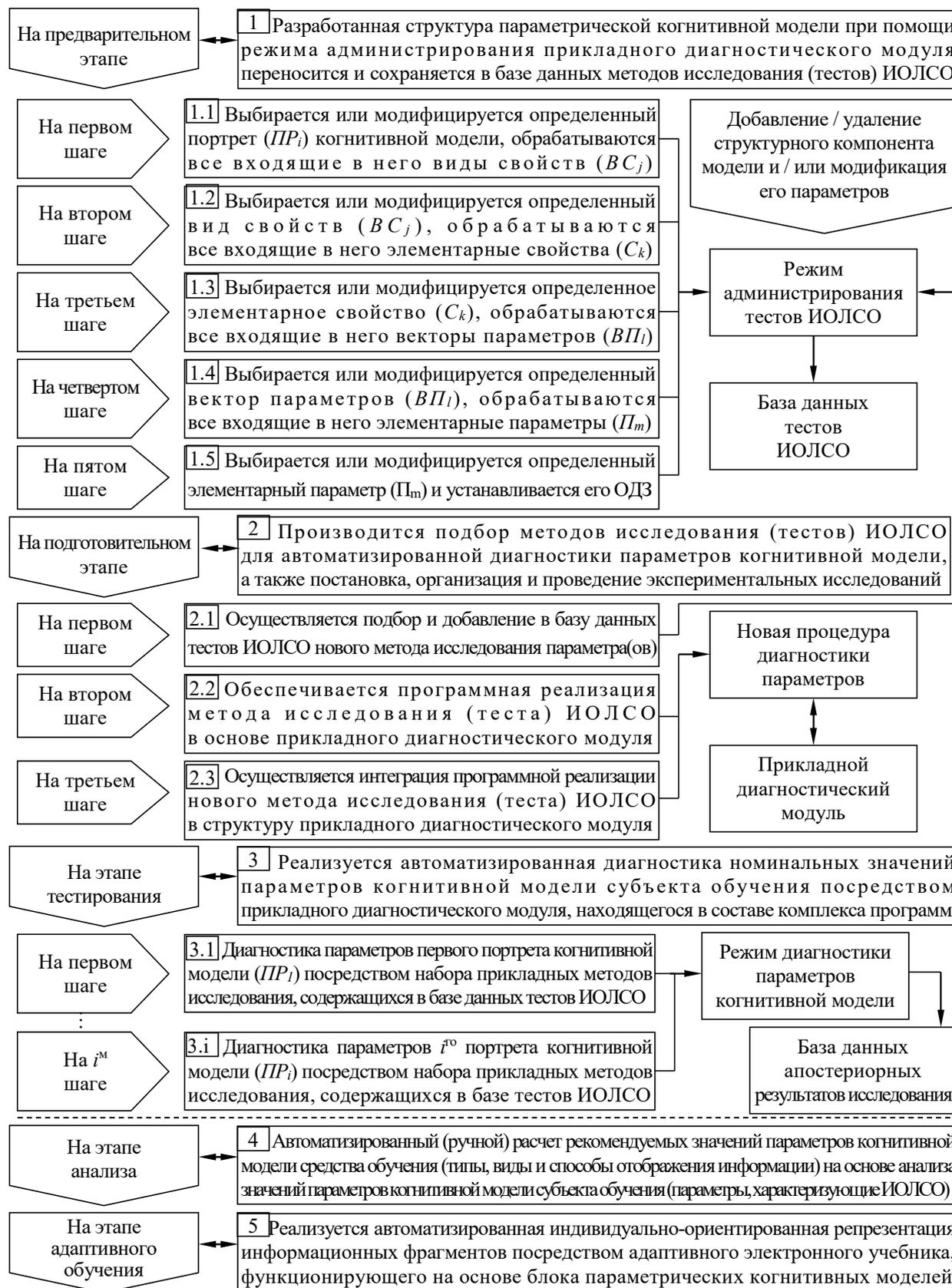


Рис. 4.9. Методика исследования параметров когнитивной модели субъекта обучения

#### **4.6. Методика исследования параметров когнитивной модели средства обучения**

Представленная методика позволяет обеспечить установку параметров КМ средства обучения характеризующих технические возможности средства обучения при репрезентации последовательности информационных фрагментов различным способом:

- предварительный этап – обеспечивается подготовка адаптивного средства обучения (ЭУ) оперирующего на основе процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов и реализующего индивидуально-ориентированное формирование знаний контингента обучаемых с учетом технических возможностей средства обучения (параметры расположенные в параметрической КМ средства обучения) и ИОЛСО (параметры в параметрической КМ субъекта обучения);
  - теоретическая структура КМ средства обучения уточняется на основе имеющихся технических возможностей определенного средства обучения, а экспериментальная структура КМ средства обучения включает набор параметров характеризующих особенности отображения информационных фрагментов (физиологические: цвет фона, шрифта, цветовые схемы для трихроматов и дихроматов, громкость, тембр, тип потока, звуковая схема и прочие; психологические: вид информации, стиль и скорость представления информационных фрагментов; лингвистические: уровень изложения, набор ключевых терминов и определений, набор элементов интерфейса);
  - при работе с адаптивным средством обучения в режиме администрирования БД для каждой дисциплины задаются параметры отображения информации по умолчанию, которые используются в случае если режим адаптивного обучения выключен или невозможно рассчитать оптимальные номинальные значения параметров отображения информации на основе ИОЛСО, а затем вводятся предварительно структурированные данные, которые характеризуют содержание одного или нескольких предметов изучения;
- подготовительный этап – выявляются и уточняются технические возможности средства обучения (ЭУ), допустимые режимы его функционирования на основе технического описания и руководства пользователя, а также задаются и корректируются значения параметров КМ средства обучения (по результатам предварительного анализа) и вводятся значения параметров КМ субъекта обучения (по результатам предварительной диагностики ИОЛСО);
  - проверка корректности введенных значений параметров КМ средства обучения характеризующих возможный набор особенностей, способов, методов и стилей отображения информации посредством обеспечения сопоставления их с фактическими техническими характеристиками средства обучения;
  - добавление в основу процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов процедур и(или) алгоритмов обеспечивающих поддержку расчета значения нового параметра отображения информации;

- этап отладки программного средства – поиск возможных несоответствий и некорректностей в алгоритмических структурах и данных поддерживающих процесс функционирования средства обучения (ЭУ) оперирующего в различных допустимых режимах непосредственно на основе процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов, а также введенных значений параметров КМ субъекта обучения и КМ средства обучения содержащихся в БПКМ для исключения некорректного отображения последовательности различных информационных фрагментов;
  - проверка соответствия областей допустимых значений каждого имеющегося значения параметров КМ средства обучения и КМ субъекта обучения, которые содержатся в БД средства обучения, а также контрольный расчет оптимальных значений параметров отображения ОВ с учетом ИОЛСО и технических возможностей средства обучения;
  - выявление и устранение несовместимых для субъекта режимов и параметров отображения информационных фрагментов посредством создания и добавления правил ограничивающих ввод недопустимых сочетаний значений параметров отображения информации контингенту обучаемых;
- на этапе анализа – реализуется последовательный ручной ввод (значения предварительно рассчитываются и вводятся специалистом-экспертом) или автоматизированный расчет значений параметров отображения информационных фрагментов (реализуется непосредственно перед запуском режима адаптивного обучения);
- на этапе адаптивного обучения – реализуется индивидуально-ориентированная генерация ОВ посредством процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов ЭУ функционирующего на основе БПКМ;
  - непосредственно после запуска программного средства автоматизации, выбора предмета изучения и регистрации пользователя обеспечивается загрузка значений параметров КМ субъекта обучения и КМ средства обучения;
  - запуск режима адаптивного обучения возможен если достигнуто наполнение БД предварительно структурированными данными, которые отражают содержание предмета изучения или нескольких предметов, а также если введены значения параметров КМ средства обучения по умолчанию отражающие допустимый набор способов отображения информации для каждой дисциплины и если заданы значения параметров КМ субъекта обучения отражающие ИОЛСО которые необходимо предварительно диагностировать посредством использования прикладного ДМ;
  - после запуска режима адаптивного обучения процессором адаптивной репрезентации информационных фрагментов обеспечивается автоматический расчет оптимальных значений параметров отображения информации для определенного обучаемого с учетом его ИОЛСО (КМ субъекта обучения) и технических возможностей средства обучения (КМ средства обучения);
  - в режиме адаптивного обучения реализуется отображение подсказок.

Позволяет отслеживать технические возможности средства обучения в течении его жизненного цикла и наполнять БД его программной реализации значениями параметров на основе структуры КМ средства обучения (рис. 4.10).

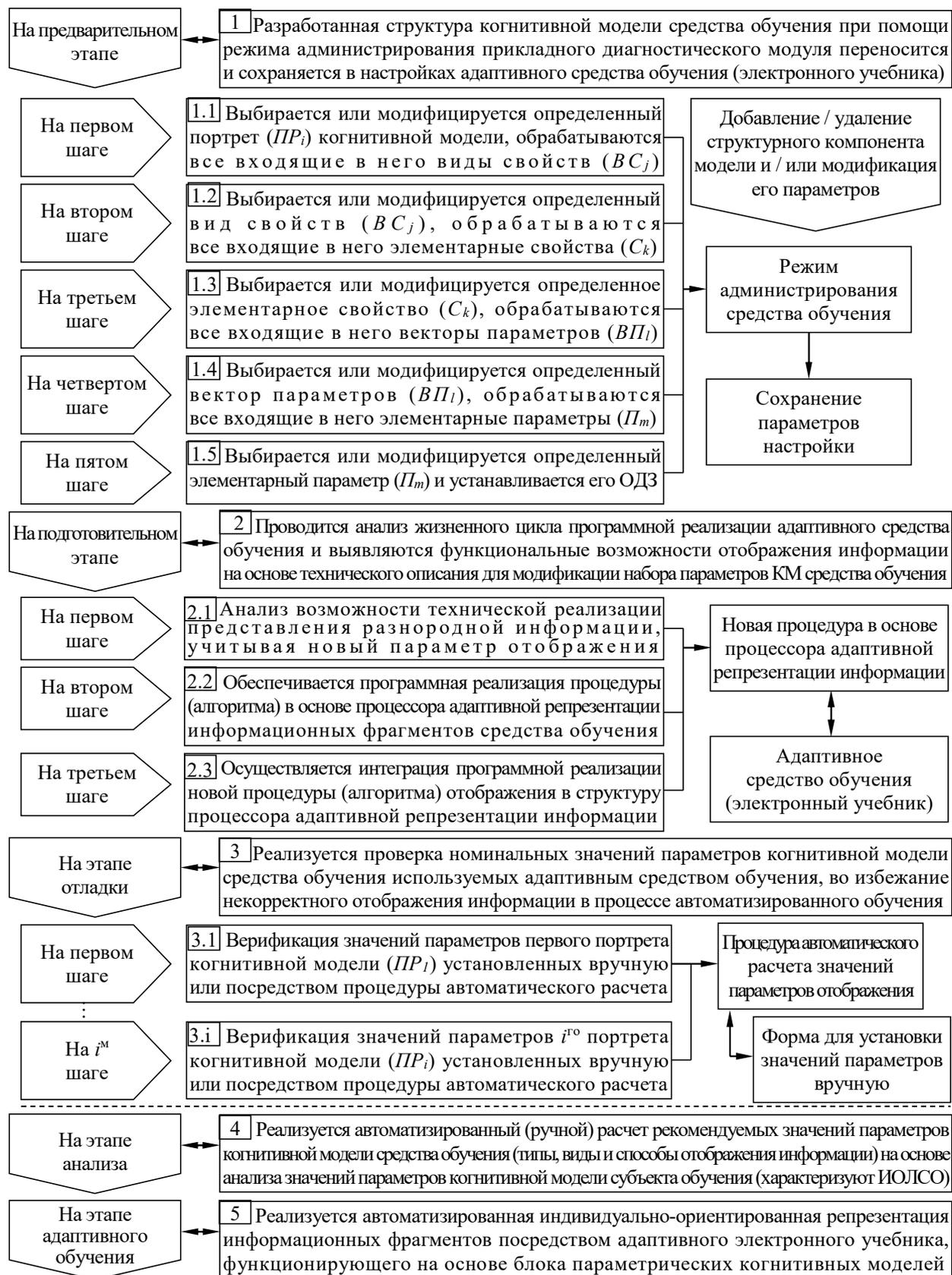


Рис. 4.10. Методика исследования параметров когнитивной модели средства обучения

#### 4.7. Алгоритм анализа апостериорных результатов тестирования

Позволяет сформировать интервальную шкалу оценки и функцию оценивания, реализовать на ее основе тестирование (методика реализована в основе программы), а затем осуществить анализ состояния испытуемого и оценить качество теста (рис. 4.11).



Рис. 4.11. Алгоритм анализа апостериорных данных тестирования контингента обучаемых

Для повышения качества процедуры тестирования ключевое значение имеет методология построения вопрос-ответных структур входящих в основу теста как по форме так и по содержанию, поскольку это влияет на реакцию обучаемых и точность полученных апостериорных данных, а также качество оценки УОЗО и ИОЛСО.

Выделяют ряд требований, предъявляемых к качеству метода исследования (теста):

- валидность – комплексная характеристика теста, определяющая его способность выявлять значения ключевых показателей в процессе диагностики;
  - содержательная – определяется автором теста, формирующим выборку вопросов и отражает степень адекватности подобранных вопросов задачам диагностики и содержанию предмета изучения, которое формируется на основе требований и государственных образовательных стандартов;
  - прогностическая – возможность прогнозирования результативности обучения на основе полученных апостериорных данных посредством теста;
  - дифференциальная – сочетает в своей основе два предыдущих вида;
- надежность – устойчивость полученных результатов с использованием теста;
  - ретестовая – устойчивость результатов тестирования во времени при выполнении повторной диагностики с использованием данного теста;
  - внутренняя – формирование выборки заданий теста, при которой наблюдается положительная корреляция между результатами полученными испытуемыми в двух и более группах и их устойчивость;
- дискриминативность – способность используемого теста дифференцировать испытуемых относительно минимального и максимального номинального значения оценки с учетом выбранной шкалы и функции оценивания.

В ходе автоматизации процедуры тестирования УОЗО и ИОЛСО посредством программного обеспечения можно выделить ряд преимуществ:

- объективность тестирования – независимая оценка результатов выполнения заданий испытуемым с использованием различных алгоритмов и методов;
- возможность использования нескольких конструкторов тестовых заданий;
- дифференциальная оценка и возможность подключения и использования различных шкал, функций, методов и алгоритмов процедуры оценивания;
- оптимизация временных издержек и экономия различных видов ресурсного обеспечения за счет сокращения трудозатрат на подготовку и обработку бланков содержащих апостериорные результаты тестирования УОЗО и ИОЛСО;
- автоматическая регистрация, обработка и сортировка апостериорных данных – анализ ответов испытуемого, их сохранение в БД с апостериорными результатами, выбор шкалы и функции оценивания, математическая обработка выборок данных с использованием различных статистических методов;
- возможность использования мультимедиа и гипермедиа технологий – позволяют воспроизводить аудио- и видео-поток параллельно с отображением задания, что практически недостижимо при традиционном тестировании.

Тесты для оценки УОЗО и ИОЛСО относятся к категории тестов достижений и способностей испытуемых, выделяют различные варианты проведения контроля:

- входной контроль – реализуется на первом этапе АДО посредством ДМ и заключается в последовательном выполнении испытуемым множества заданий сформированных алгоритмом, предполагает первичную диагностику начальных значений УОЗО и ИОЛСО, которые заносятся в КМ субъекта обучения;
- текущий контроль – выполняется систематически по факту изучения каждого информационного фрагмента (параграфа), предполагающего наличие набора контрольных вопросов, которые предъявляются алгоритмом ДМ;
- рубежный контроль – достигается за счет прохождения испытуемым процедуры тестирования на основе результирующей выборки контрольных вопросов содержащихся в конце каждого раздела (модуля) предмета изучения;
- итоговый контроль – осуществляется посредством использования ДМ на основе контрольной выборки вопросов сгенерированной на базе всех контрольных вопросов содержащихся в конце каждого из всех информационных фрагментов.

Сегодня существует множество подходов к интерпретации суммы баллов набранных испытуемыми в ходе тестирования, среди которых выделяют два основных:

- нормативно-ориентированный подход – позволяет сравнивать показатели результативности выполнения заданий нескольких обучаемых между собой на основе сопоставления полученных и требуемых (заданных) уровней (оценок);
- критериально-ориентированный подход – реализует оценку степени выполнения набора предложенных заданий (тестов) каждым обучаемым на основе определенного критерия (функции оценивания), позволяет формировать группы.

Для оценки степени выполнения теста определяется количество тестовых заданий, позволяющее определить сумму набранных баллов испытуемым на основе количества правильных ответов и соответствующее ей пороговое значение (оценку) для отсева испытуемых не прошедших тестирование на базе выбранного критерия.

Для реализации процедуры тестирования с целью оценки УОЗО необходимо сформировать интервальную шкалу и функцию оценивания.

Интервальная шкала формируется исходя из количества уровней, определяющих градацию показателя характеризующего оценку УОЗО или ИОЛСО.

Функция оценивания позволяет установить однозначное соответствие между каждым номинальным значением оценки УОЗО или ИОЛСО и интервалом, включающим минимальное и максимальное пороговые значения сумм правильных ответов или набранных баллов испытуемым в ходе процедуры тестирования.

По факту завершения процедуры тестирования испытуемый набирает определенное количество правильных ответов на вопросы теста или набирает определенную сумму баллов в результате выбора каждого правильного варианта ответа.

Результаты сохраняются в БД с апостериорными данными тестирования и подлежат дальнейшей обработке (выявление тенденций, закономерностей и т. п.).

На основании проведенного исследования сформируем выводы по четвертой главе:

1. Представлено описание ТКМ включающей набор методик и алгоритмов для реализации системного анализа ИОС и обеспечивающей повышение эффективности функционирования компонентов системы АДО, а также позволяющей проводить автоматизированные исследования информационного взаимодействия между субъектами и средствами обучения.
2. Представлен итеративный цикл ТКМ отражающий последовательность этапов, реализующих комплексный анализ ИОС системы АДО на основе БПКМ.
3. Представлена методика использования ТКМ, которая формализует особенности применения ТКМ для анализа объекта исследования в предметной области.
4. Предложены два способа (модели) представления структуры параметрической КМ: граф сочетающий теорию множеств и многоуровневая структурная схема.
5. Представлен алгоритм формирования структуры КМ обеспечивающий (ре)конструирование КМ посредством использования существующих моделей (фреймовая модель и семантическая сеть) или одного из способов предложенных автором (граф сочетающий теорию множеств и многоуровневая структурная схема) представления структурированных данных, имеющих декларативную основу.
6. Предложена методика исследования параметров КМ субъекта обучения формализующая процесс постановки и проведения серии экспериментов, которые направлены на диагностику ИОЛСО посредством использования прикладного ДМ.
7. Представлена методика исследования параметров КМ средства обучения отражающая последовательность исследования технических возможностей средства обучения (ЭУ) на протяжении жизненного цикла его программной реализации.
8. Предложен алгоритм обработки апостериорных результатов тестирования, которые получены в ходе исследования УОЗО посредством основного ДМ и (или) накоплены в процессе диагностики ИОЛСО при использовании прикладного ДМ.

В четвертой главе получен комплексный научный результат – ТКМ, включающая набор методик и алгоритмов (подбираются для каждого объекта исследования в определенной предметной области), которые предназначены для реализации системного анализа ИОС направленного на повышение эффективности информационного взаимодействия между субъектами и средствами обучения в процессе функционирования различных компонентов системы АДО использующих в своей основе разные процедуры и конфигурируемое алгоритмическое обеспечение:

- методика использования ТКМ для анализа выбранного объекта исследования в определенной предметной области (реализуется анализ ИОС системы АДО);
- два способа (модели) представления структуры параметрической КМ (граф сочетающий теорию множеств и многоуровневая структурная схема);
- алгоритм формирования структуры КМ на основе предложенных способов;
- методики исследования параметров КМ субъекта и средства обучения;
- алгоритм обработки апостериорных результатов тестирования ИОЛСО и УОЗО.

## **5. Блок параметрических когнитивных моделей для анализа и повышения эффективности функционирования автоматизированной образовательной среды**

ТКМ содержит модифицируемый набор разных методик и алгоритмов, которые позволяют реализовать системный анализ на основе БПКМ, содержащий КМ (ре)конструируемые посредством имеющегося алгоритма формирования структуры КМ.

КМ выступает универсальной информационной основой для проведения системного анализа выбранного элемента, системы, объекта, процесса или явления, который направлен на повышение эффективности функционирования объекта исследования, является реконструируемым репертуаром параметров расширяемым в ширину и глубину, представляется за счет использования одной из стандартных моделей представления структурированных данных (фреймовая модель – рис. 4.5 и семантическая сеть – рис. 4.6) или посредством использования одного из предложенных инновационных способов (граф сочетающий теорию множеств – рис. 4.3 и многоуровневая схема – рис. 4.4).

Для создания, анализа и повышения эффективности функционирования ИОС системы АДО предлагается разработать БПКМ включающий КМ двух типов:

- КМ субъекта обучения позволяет проанализировать эффективность процесса формирования знаний обучаемых, поступающих из потоков информации генерируемых средствами ИОС АДО и адсорбирующихся на уровне психофизиологического конструкта головного мозга субъекта обучения, выступает параметризованным репертуаром, эшелонированным на совокупность портретов;
  - физиологический – позволяет объяснить особенности сенсорного восприятия информации зрительным и слуховым анализаторами человека;
  - психологический – отражает конвергентные и дивергентные интеллектуальные способности, обучаемость и когнитивные стили субъекта обучения;
  - лингвистический – естественно-языковые аспекты виртуальной коммуникации (уровень владения языком изложения и набором элементов интерфейса);
- КМ средства обучения аккумулирует параметры характеризующие набор технических характеристик средства обучения влияющих на отображение последовательности информационных фрагментов отражающих содержание предмета изучения разным способом и дифференцируется на ряд портретов;
  - физиологический – характеризует особенности визуальной репрезентации: параметры фона, шрифта и цветовые схемы отображения контента;
  - психологический – способ репрезентации ОВ контингенту обучаемых: вид отображаемой информации, стиль и скорость представления последовательности информационных фрагментов алгоритмом программы;
  - лингвистический – отражает языковые аспекты коммуникации в ИОС АДО.

Параметры КМ отражают наиболее важные аспекты информационного взаимодействия субъектов обучения и средств обучения в ИОС АДО, позволяет качественно объяснить причины затруднений в процессе формирования знаний обучаемых.

Согласованность генерации информационных воздействий и ИОЛСО достигается посредством одновременного использования в ИОС КМ субъекта обучения и КМ средства обучения расположенных в БПКМ системы АДО.

КМ субъекта обучения технологически применима в контуре ИОС АДО, если средства обучения способны генерировать информационно-образовательные воздействия согласованно с параметрами КМ средства обучения, что достигается посредством процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов.

Методика исследования параметров КМ субъекта обучения позволяет реализовать процедуру исследования параметров КМ субъекта обучения посредством использования прикладного ДМ оперирующего на основе набора специальных методов из ряда прикладных областей, позволяющих получить достоверные апостериорные данные и научно обосновать выявленные зависимости: частная физиология сенсорных систем, когнитивная психология и прикладная лингвистика.

Методика исследования параметров КМ средства обучения регламентирует последовательность исследования параметров КМ средства обучения, которые задаются по результатам анализа технических возможностей автоматизированных средств обучения и модифицируются параллельно жизненному циклу определенной программной реализации средства обучения (в частности, ЭУ), выступающего компонентом ИОС АДО. Для каждого определенного средства обучения создается отдельная КМ и характеризует определенный набор его технических характеристик.

Для реализации контура адаптации на основе БПКМ необходимо провести модернизацию программной реализации соответствующего средства обучения с целью реализации представленных ранее принципов функционирования различных компонентов, обеспечивающих выполнение определенных задач субъектов ИОС АДО.

Поскольку ТКМ выступает универсальной по отношению к объекту исследования (может применяться не только для системного анализа ИОС АДО) и является итеративным циклом, включающим замкнутую последовательность этапов:

- на этапах идентификации, концептуализации и структурирования – допустимо изменение исходных задач, требований и ограничений, что обуславливает необходимость уточнения параметров отражающих состояние и свойства объекта;
- на этапах формализации, структурного анализа и параметрического анализа – возможно изменение способа представления КМ посредством использования фреймовой модели представления данных, семантической сети, графа сочетающего теорию множеств и многоуровневой схемы, при этом допустима модификация первого и (или) второго уровня структуры КМ;
- на этапах реализации и моделирования – выявление несоответствий и затруднений при интеграции КМ, решение проблем измерения и учета параметров;
- на этапах анализа и предметной интерпретации – выявление закономерностей и неоднородностей, а также научное обоснование полученных результатов;
- на этапе синтеза новых знаний – добавление новых научных аспектов.

При разработке КМ субъекта обучения необходимо учитывать ряд требований и ограничений, позволяющих повысить уровень ее адекватности, а также впоследствии подобрать методы исследования ее параметров для повышения достоверности и точности апостериорных данных получаемых в ходе диагностики (рис. 5.1).

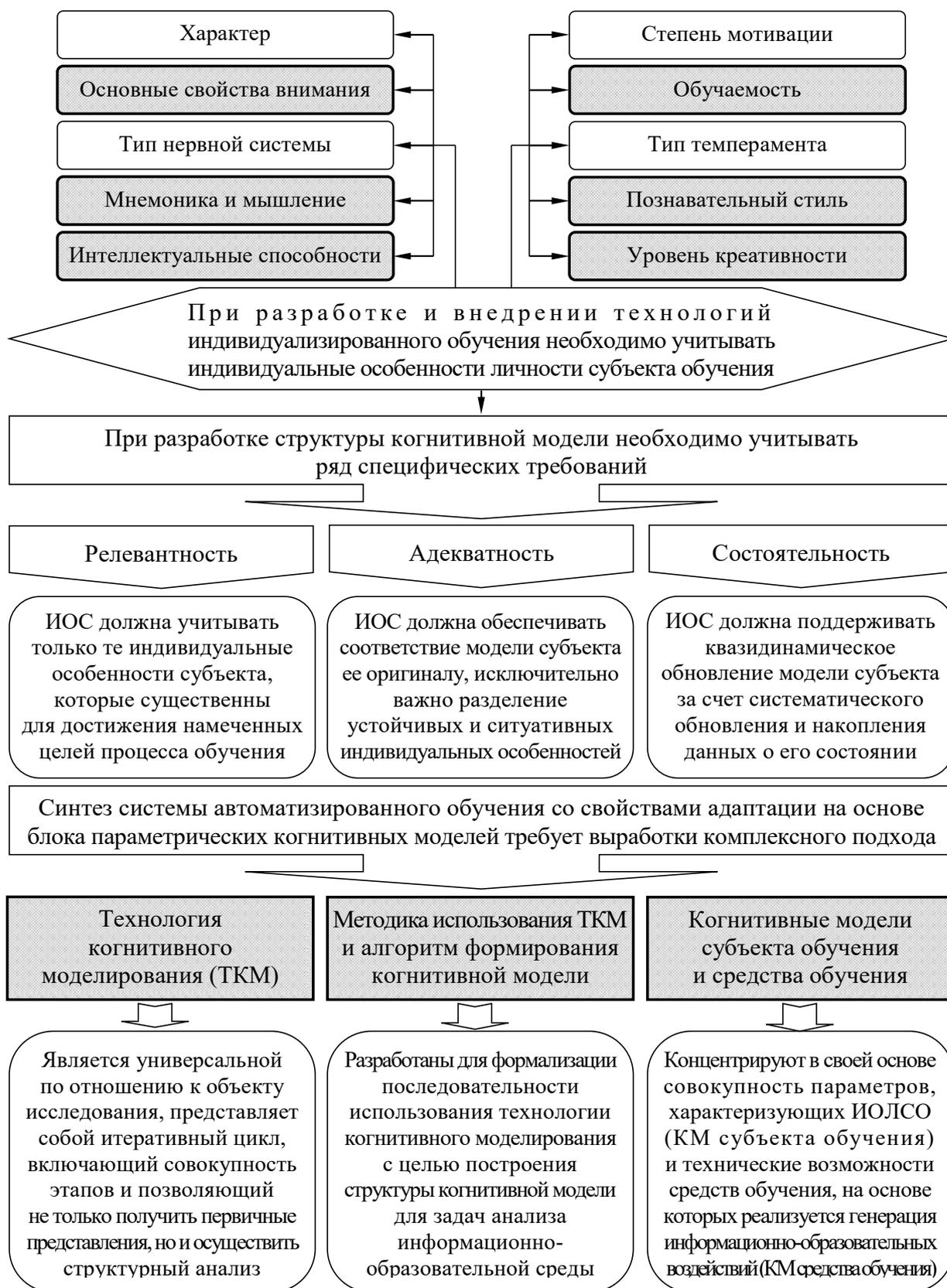


Рис. 5.1. Основные требования к структуре когнитивной модели

Проблематика исследования процесса информационного взаимодействия между субъектами обучения и средствами обучения в ИОС АДО ориентирует на рассмотрение процесса формирования знаний как технологического процесса в различных ракурсах:

1. Физиологические факторы (психофизиология анализаторов):

- наличие аномалий сенсорного восприятия информации зрительным анализатором у одного из субъектов диалога естественного происхождения (человек): аномалии рефракции пучков света в проводящей среде глаза, аномалии восприятия пространства обусловленные смещением нормального положения фокуса схождения пучков света относительно поверхности сетчатки глаза (миопия и гиперметропия), аномалии цветового зрения обусловленные частичной (аномальная трихроматия или незначительная дихроматия, при которых возможно применение схем цветовой компенсации) или полной дисфункцией одного из компонентом колбочкового аппарата сетчатки глаза (дихроматия: протанопия, дейтеранопия и тританопия, при которых применяется схема замещения определенного цвета);
- наличие аномалий сенсорного восприятия информации слуховым анализатором у одного из субъектов диалога естественного происхождения (человек): аномалии внутреннего, среднего и наружного уха или его раковины существенно искажающие абсолютную слуховую чувствительность (минимальную силу звуковой волны регистрируемую ухом), пороги чувствительности на различных частотах звуковой волны при различных уровнях громкости и тембра звукового потока (звукового давления);
- заниженные технические характеристики средств сбора и регистрации информации передаваемой в виде видео-потока данных: габаритные размеры снижающие мобильность; высокое энергопотребление снижающее автономность; необходимость подключения к каналу передачи данных в определенной физической среде (радиочастотный широкополосный: спутниковый, сотовый; проводной: коаксиальный кабель, витая пара; оптический: инфракрасный, оптоволоконный); низкая разрешающая способность, глубина цвета и частота дискретизации видео-камеры при регистрации статического и динамического изображения или Web-камеры позволяющей реализовать диалог в глобальной сети "Internet"; ограниченный набор функций в программном обеспечении для реализации обработки динамических изображений посредством технологий нелинейного видео-монтажа;
- технические параметры средств сбора, накопления и передачи информации представляющей собой аудио-данные: низкая чувствительность микрофонов, датчиков и головок для снятия звука, низкая частота дискретизации звукового потока, узкий частотный диапазон стандартных динамиков и некорректное расположение элементов акустических систем (стереофонических 2.1, квадрофонических: стандартных 4.1 и расширенных 8.1).

2. Психологические факторы (когнитивная психология):
- вариация значений показателей в выборках данных характеризующих конвергентные и дивергентные интеллектуальные способности субъектов диалога: различия в предрасположенностях восприятия информации разного типа (текст, таблица, статическое и динамическое графическое изображение представленное посредством плоской или объемной графической схемы), а также возможность использования аудио-потока как основного (без включения визуального канала) и как сопровождения (параллельно без разделения во времени или последовательно с разделением во времени);
  - предрасположенность обучаемого к имплицитной обучаемости: в одном случае алгоритм в основе автоматизированного средства обучения реализует быстрое отображение последовательности информационных фрагментов (характерно для методов психологической коррекции и развития); в другом случае обучаемый работает самостоятельно и при этом алгоритм обучающей программы реализует мониторинг последовательности выполняемых действий и анализ их корректности, отображает подсказки;
  - наличие у обучаемого эксплицитной обучаемости обуславливает возможность планомерного постепенного формирования знаний обучаемого по заранее сформированной программе с наращением уровня сложности изложения содержания предмета изучения посредством средства обучения (ЭУ);
  - когнитивные стили определяют совокупность биполярных свойств личности сформированных в раннем онтогенезе и влияющих на индивидуальные способы обработки непрерывно поступающей информации разного вида.
3. Лингвистические факторы (объясняются с точки зрения прикладной лингвистики):
- типы субъектов – по их происхождению выделяют человека (носитель редких знаний и их потребитель) или автоматизированное средство обучения (система основанная на знаниях) обеспечивающее моделирование диалога;
  - назначение диалога – набор целей, задач, функций и результатов диалога;
  - условия и ограничения диалога – стратегическая и практическая цель каждого субъекта диалога; тема диалога (монотематика и политематика); композиция коммуникативных шагов и организация диалога (схема диалога и динамика общения), речевой стиль, степень искусственности диалога;
  - среда диалога – традиционная или автоматизированная, поддерживающие возможность симплексного или дуплексного обмена информацией;
  - особенности диалога – свойства, вид используемой информации и способ ее передачи (естественная речь и письмо или виртуальная конференция и электронное письмо), объем информации передаваемой между субъектами (виртуального) диалога;
  - характеристики субъектов диалога – социальные отношения, накопленный опыт взаимодействия с собеседником (человеком и ЭВМ), степень познавательной активности, хронологический период и интервал течения диалога.

## 5.1. Структура когнитивной модели субъекта обучения

КМ субъекта обучения разработана посредством использования ТКМ:

- КМ субъекта обучения непосредственно выступает информационной основой для проведения системного анализа ИОС на стороне субъекта обучения позволяющего выявить факторы влияющие на результативность технологического процесса формирования знаний контингента обучаемых, обеспечить повышение эффективности информационного взаимодействия между субъектами и средствами обучения, усовершенствовать алгоритмическое обеспечение и программную реализацию различных компонентов в основе системы АДО;
- при создании структуры КМ субъекта обучения в ее основу введены 3 портрета (физиологический, психологический и лингвистический) и соответственно использованы три различные научные области (физиология анализаторов, когнитивная психология и прикладная лингвистика) позволяющие сформировать и (ре)конструировать репертуар параметров входящих в КМ, а также обосновать статистические зависимости и закономерности выявленные в апостериорных данных;
- процесс (ре)конструирования структуры КМ регламентируется и контролируется алгоритмом формирования структуры КМ (рис. 4.8), который предусматривает возможность представления КМ посредством использования одной из традиционных моделей представления декларативных данных (фреймовая модель – рис. 4.5 или семантическая сеть – рис. 4.6), либо одного из предложенных способов представления КМ (граф соч. теорию множеств – рис. 4.3 или многоуровневая структурная схема – рис. 4.4);
- постановка и проведение серии экспериментальных исследований направленных на диагностику значений параметров КМ субъекта обучения регламентируется методикой исследования параметров КМ субъекта обучения (рис. 4.9) и реализуется посредством использования прикладного ДМ входящего в комплекс программ для автоматизации задач исследования (рис. 6.1), ядро которого включает набор алгоритмов и процедур, а БД содержит предварительно структурированные данные методик исследования параметров.

КМ субъекта обучения выступает репертуаром параметров, эшелонированным на совокупность портретов ( $PP_i$ ) (физиологический, психологический и лингвистический) и стратифицированным на ряд математических множеств ( $J, K, L, M$ ): множество видов свойств ( $BC_j$ ) и множество элементарных свойств ( $C_k$ ), множество векторов параметров ( $BP_i$ ) и множество элементарных параметров ( $P_m$ ), позволяет выявить ряд существенных ИОЛСО, а также обеспечить научное обоснование апостериорных данных и выявленных на их основе зависимостей и закономерностей:

- первичного восприятия информации (психофизиология восприятия);
- обработки на уровне психического конструкта (когнитивная психология);
- понимания содержания информационных фрагментов (прикладная лингвистика).

Полученная структура КМ субъекта обучения представлена на рис. 5.2 и 5.3.



Рис. 5.2. Когнитивная модель субъекта обучения (многоуровневая структурная схема)

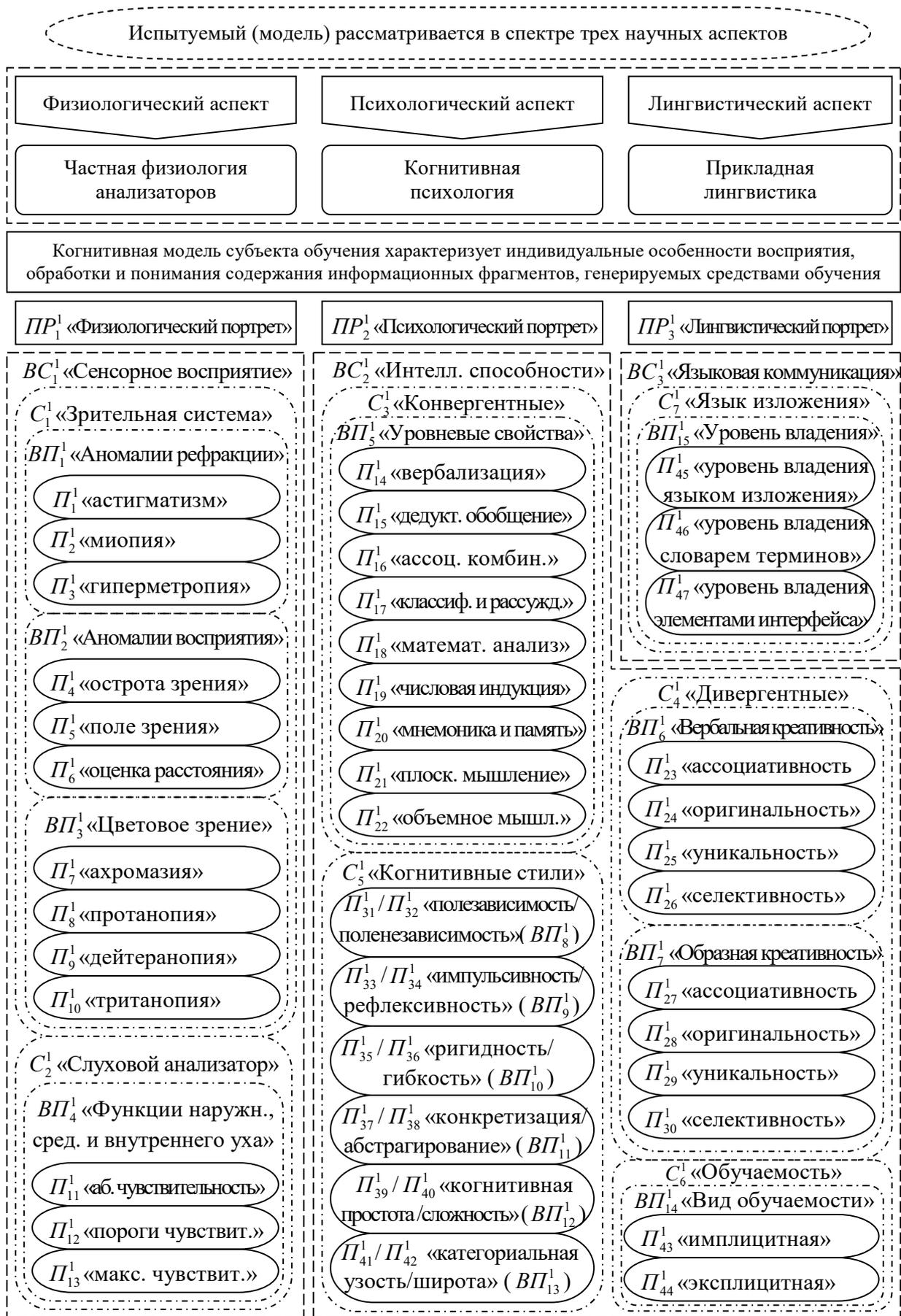


Рис. 5.3. Когнитивная модель субъекта обучения (многоуровневая структурная схема сочетающая теорию математических множеств)

- Элементы репертуара параметров КМ субъекта обучения имеют индекс 1.
1. Физиологические параметры ( $ПП_1^1$ ) отражают сенсорное восприятие ( $BC_1^1$ ) информации зрительной ( $C_1^1$ ) и слуховой ( $C_2^1$ ) сенсорными системами (анализаторами) субъекта обучения:
    - аномалии рефракции глаза ( $ВП_1^1$ ) обусловлены патологиями глаза как биологического конструкта, что приводит к появлению неоднородностей в проводящей среде глаза как оптического прибора при прохождении пучков света;
      - астигматизм ( $П_1^1$ ) – аномалия глаза как оптического прибора, обусловленная существенным отклонением естественной неравномерности коэффициента преломления светового пучка в проводящей среде глаза человека как биологического конструкта, приводящая к снижению четкости восприятия;
      - миопия или близорукость ( $П_2^1$ ) – обусловлена неточностью позиционирования световых пучков на чувствительную поверхность глаза и расположением фокуса схождения световых пучков исходящих от наблюдаемых объектов до сетчатки глаза находящегося в расслабленном состоянии;
      - гиперметропия или дальнозоркость ( $П_3^1$ ) – аномалия проводящей среды глаза человека, степень выраженности которой обусловлена неточностью проецирования световых пучков исходящих от предметов, которые наблюдаются вблизи вследствие расположения фокусного расстояния за поверхностью сетчатки глаза находящегося в расслабленном состоянии;
    - аномалии восприятия пространства зрительной сенсорной системой ( $ВП_2^1$ ) обусловлены невозможностью однозначно идентифицировать изображение наблюдаемого предмета вследствие снижения четкости его восприятия;
      - острота зрения ( $П_4^1$ ) – потенциальная способность глаза как оптического прибора регистрировать взаимное расположение двух светящихся точек расположенных друг относительно друга на расстоянии 1 угловой минуты;
      - поле зрения ( $П_5^1$ ) – понимают свойство зрительной сенсорной системы, характеризующее способность прямо смотрящего глаза регистрировать расположение соответственно черно-белой (ахроматическое) или цветовой (хроматическое) мишени в пространстве основных (вертикальный и горизонтальный) и дополнительных (множество диагональных) меридианов;
      - оценка расстояния ( $П_6^1$ ) – способность первого или второго (монокулярно) или двух глаз одновременно (бинокулярно) идентифицировать расстояние до наблюдаемого объекта, изображение которого проецируется соответственно на первую или вторую или сразу обе поверхности сетчатки зрительной сенсорной системы органической особи, в частности человека (стереоскопическое зрение или зрение обоими глазами);

- аномалии цветового зрения ( $ВП_3^1$ ) непосредственно обусловлены частичной или полной дисфункцией (дистрофией) колбочкового аппарата сетчатки глаза человека;
  - ахромазия ( $П_7^1$ ) – аномалия зрительной сенсорной системы, проявляющаяся в отсутствии возможности восприятия всех хроматических оттенков согласно трех-компонентной теории цветового зрения, обусловленная дисфункцией колбочкового аппарата (фотопическое зрение) сетчатки глаза человека;
  - частичная или полная дихроматия – аномалия зрительной сенсорной системы, обусловленная частичной или полной дисфункцией одного типа ганглиозных клеток, выступающих рецепторами в основе сетчатки глаза;
    - протанопия ( $П_8^1$ ) – отсутствие чувствительности к красному цвету и оттенкам красного цвета, входящим в полихроматический спектр фотонового излучения, вместо которого сетчатка глаза регистрирует полутона серого цвета;
    - дейтеранопия ( $П_9^1$ ) – вызвана повреждением тракта сетчатки глаза, обеспечивающего регистрацию зеленого и оттенков зеленого цветов;
    - тританопия ( $П_{10}^1$ ) – невозможность восприятия колбочковым аппаратом сетчатки глаза фиолетового и синего цветов, а также их оттенков;
- нарушения функций наружного, среднего и внутреннего уха ( $ВП_4^1$ ) обусловлены врожденными и приобретенными анатомическими аномалиями расположения компонентов улитки (внутреннего, среднего и внешнего уха);
  - абсолютная чувствительность ( $П_{11}^1$ ) – характеризует минимальное значение уровня звуковой волны регистрируемое трактом улитки уха;
  - пороги чувствительности ( $П_{12}^1$ ) – определение набора диапазонов частот, имеющих определенные номинальные значения верхней и нижней границы, на которых слуховая сенсорная система человека способна регистрировать совокупность колебаний звуковой волны с минимальным значением уровня;
  - максимальная чувствительность ( $П_{13}^1$ ) – определение степени отклонения минимального и максимального пороговых значений частоты, в интервале между которыми слуховая сенсорная система человека обладает наибольшей чувствительностью при регистрации колебаний звуковой волны.

2. Психологические параметры ( $PP_2^1$ ) отражают интеллектуальные способности ( $BC_2^1$ ), в частности конвергентные способности ( $C_3^1$ ) и дивергентные способности ( $C_4^1$ ), когнитивные стили ( $C_5^1$ ) и обучаемость ( $C_6^1$ ) субъекта обучения при обработке информации:
- уровневые свойства интеллекта ( $BP_5^1$ ) непосредственно характеризуют индивидуальную продуктивность дедуктивного мышления и потенциальную способность субъекта выбирать нормативно единственный вариант ответа среди нескольких предложенных, связаны со степенью (уровнем) развития дифференциального набора структурных компонентов интеллекта как психодинамического свойства головного мозга человека, которые активизируются в процессе выполнения испытуемым блоков однотипных заданий (субтестов) и непосредственно измеряются в виде набора значений коэффициентов рассчитываемых в процессе оценки корректности выполнения каждого задания входящего в тест, позволяют определить предрасположенность субъекта обучения при восприятии и обработке информации определенного вида, предъявляемую различными способами (диагностируются посредством метода Р. Амтхауэра в локализации и адаптации Воронина А.Н., «"ИП" "РАН"»);
  - вербальный интеллект ( $P_{14}^1$ ) – обусловлен знанием большого количества значений понятий и определений, а также способностью субъекта обучения оперировать лексическими единицами из разных предметных областей в устной речи и письме, определяется посредством субтеста «Логический отбор (дополнение предложений)» и измеряется коэффициентом значение которого инкрементируется при правильном ответе испытуемого;
  - вербальное дедуктивное мышление ( $P_{15}^1$ ) – обусловлено способностью субъекта обучения к быстрому раскрытию смысла набора понятий, их обобщению и выявлению несоответствий по определенному критерию, определяется на основе блока вопросов «Поиск общих признаков»;
  - вербальные комбинаторные способности ( $P_{16}^1$ ) – обусловлены способностью субъекта находить аналогии и выявлять связи между понятиями и их значениями, которые имеют различный ранг определенности и определяется посредством использования субтеста «Поиск вербальных аналогий»;
  - способность к рассуждению ( $P_{17}^1$ ) – обусловлена возможностью выделять и соотносить классы понятий и их определений, находить базовый класс, который обобщает значения нескольких понятий, значение которых диагностируется посредством блока вопросов «Классификация понятий»;
  - аналитическое мышление ( $P_{18}^1$ ) – активизируется при решении математических задач направленных на анализ содержания и выработку решения в виде номинального значения, которое выступает ответом к задаче, параметр определяется посредством субтеста «Арифметические задачи»;
  - индуктивное мышление ( $P_{19}^1$ ) – активизируется при решении задач ориентированных на нахождение закономерности формирования последовательности (ряда) чисел и определяется посредством субтеста «Числовые ряды»;

- мнемонические способности ( $P_{20}^1$ ) – обуславливают способность субъекта обучения воспринимать большое количество информации (иконическая память), запоминать ее (среднесрочная и долгосрочная память) и (или) эпизодически, либо ассоциативно восстанавливать ее по мере необходимости, диагностируется посредством субтеста «Мнемоника и память»;
- плоскостное мышление ( $P_{21}^1$ ) – активизируется при выполнении испытуемым заданий ориентированных на структурную декомпозицию и интеграцию разрозненных плоских графических изображений в единую композицию, измеряется посредством субтеста «Плоские фигуры»;
- объемное мышление ( $P_{22}^1$ ) – активизируется в процессе решения заданий предполагающих пространственное (ре)конструирование объемных геометрических изображений и нахождение степени соответствия между двумя и более геометрическими фигурами, определяется субтестом «Кубики»;
- вербальная креативность или вербальные творческие способности ( $ВП_6^1$ ) – потенциальная способность испытуемого генерировать совокупность оригинальных и отличающихся от традиционных вариантов ответа выступающих обобщающими понятиями для каждого предъявленного вербального стимула представляющего собой словесную триаду (тройку слов) из разных областей;
- ассоциативность ( $P_{23}^1$ ) – параметр, номинальное значение которого рассчитывается на основе отношения общего количества вариантов ответа введенных (сформулированных) конкретным испытуемым к общему количеству заданий представленных в данной части метода исследования;
- оригинальность ( $P_{24}^1$ ) – параметр рассчитывается посредством суммирования значений индексов оригинальности всех ответов введенных испытуемым последовательно в каждом задании, при этом оригинальность каждого варианта ответа сформулированного испытуемым и находящегося в результирующей выборке его вариантов ответа рассчитывается как величина обратная частоте встречаемости данного варианта ответа в определенном задании, входящем в метод исследования (диагностики);
- уникальность ( $P_{25}^1$ ) – значение параметра рассчитывается в виде отношения суммы уникальных вариантов ответов определенного испытуемого (индекс оригинальности варианта ответа примерно равен единице) к общему количеству вариантов ответа сформулированных этим испытуемым;
- селективность или индекс селективности (избирательности) процесса мышления ( $P_{26}^1$ ) – значение параметра рассчитывается посредством суммирования всех самых оригинальных вариантов ответа выбранных испытуемым в каждом задании, идентификаторы (наименования) которых совпадают с введенными экспертом вариантами ответа на каждое задание;

- образная креативность ( $ВП_7^1$ ) – характеризует потенциальную возможность испытуемого воспринимать зрительной сенсорной системой каждый предъявленный визуальный стимул и генерировать совокупность результирующих графических изображений высокой композиционной сложности (отличных от традиционных) посредством реконструкции предъявленного изображения с использованием простых геометрических фигур (круг, квадрат, эллипс и прочие) и элементов (точка, прямая линия, кривая линия и прочие), а также способность сформулировать название к полученному в результате рисунку;
  - ассоциативность ( $П_{27}^1$ ), оригинальность ( $П_{28}^1$ ), уникальность ( $П_{29}^1$ ) и селективность ( $П_{30}^1$ );
- когнитивные стили ( $С_5^1$ ) – выступают совокупностью генетически обусловленных, относительно устойчивых и развивающихся в раннем онтогенезе биполярных свойств личности субъекта обучения отражающих его подходы, способы и индивидуальные особенности обработки непрерывно поступающей информации разного типа на уровне операциональных структур психического конструкта головного мозга (Холодная М.А., Дружинин В.Н., «ИПТ" "РАН"»);
  - биполярный стиль «полезависимость / полenezависимость» ( $ВП_8^1$ );
    - полезависимость ( $П_{31}^1$ ) – предполагает строгую последовательность следования информационных фрагментов отражающих содержание предмета изучения формируемую алгоритмом средства обучения вследствие неспособности обучаемого «переключаться» между предметами изучения;
    - полenezависимость ( $П_{32}^1$ ) – определяет способность субъекта обучения быстро переключаться между различными предметными областями, что обуславливает возможность использования экспериментальных и инновационных алгоритмов в основе средств обучения, обеспечивающих поддержку репрезентации набора информационных фрагментов в произвольной последовательности с учетом ИОЛСО;
  - биполярный стиль «импульсивность / рефлексивность» ( $ВП_9^1$ );
    - импульсивность ( $П_{33}^1$ ) – обуславливает потенциальную способность субъекта обучения быстро формировать индивидуальный агрегат знаний на основе информации отражающей содержание одного или нескольких предметов изучения и быстро генерировать умозаключения;
    - рефлексивность ( $П_{34}^1$ ) – испытуемый предрасположен к длительному ознакомлению с содержанием формулировки задания подлежащего выполнению, а также медленной выработке самого решения;
  - биполярный стиль «ригидность / гибкость» ( $ВП_{10}^1$ );
    - ригидность ( $П_{35}^1$ ) – неспособность субъекта обучения самостоятельно формировать поле знаний необходимого для реализации процесса интерпретации и раскрытия зависимостей в другой предметной области;
    - гибкость ( $П_{36}^1$ ) – высокая адаптация субъекта обучения в ИОС и способность «быстро переключаться» между разными предметами, средствами и алгоритмами обучения в системе АДО;

- биполярный стиль «конкретизация / абстрагирование» ( $ВП_{11}^1$ );
    - конкретизация ( $П_{37}^1$ ) – потенциальная способность субъекта обучения воспринимать информационные фрагменты, отражающие содержание предмета изучения на определенном уровне конкретизации;
    - абстрагирование ( $П_{38}^1$ ) – определяет способность субъекта обучения воспринимать информацию, отражающую содержание предмета изучения представленные различным образом (абстрактное изложение);
  - биполярный стиль «когнитивная простота / когнитивная сложность» ( $ВП_{12}^1$ );
    - когнитивная простота ( $П_{39}^1$ ) – обусловлена способностью субъекта обучения воспринимать информационные фрагменты, отражающие содержание предмета изучения с использованием низкого уровня изложения;
    - когнитивная сложность ( $П_{40}^1$ ) – используется высокий уровень изложения содержания предмета изучения в отображаемых информационных фрагментах;
  - биполярный стиль «категориальная узость / категориальная широта» ( $ВП_{13}^1$ );
    - категориальная узость ( $П_{41}^1$ ) – при изложении содержания предмета изучения используется ограниченный набор понятий и определений;
    - категориальная широта ( $П_{42}^1$ ) – используется большое количество различных концептов, раскрывающих сущность определенного предмета изучения;
  - вид обучаемости субъекта обучения ( $ВП_{14}^1$ );
    - имплицитная обучаемость ( $П_{43}^1$ ) – позволяет обучаемому работать самостоятельно под наблюдением алгоритма обучающей программы реализующего мониторинг последовательности выполняемых действий (проверка корректности и отображение подсказок) и реализует возможность использования алгоритма обучения, который обеспечивает быстрое переключение при отображении последовательности информационных фрагментов;
    - эксплицитная обучаемость ( $П_{44}^1$ ) – обуславливает возможность планомерного постепенного формирования знаний обучаемого по заранее сформированной программе с наращиванием уровня сложности изложения содержания предмета изучения посредством определенных средств обучения (ЭУ);
3. Лингвистические параметры ( $ЛП_3^1$ ) характеризуют особенности языковой коммуникации ( $ВС_3^1$ ) посредством национального или (международного) иностранного языка изложения ( $С_7^1$ ) при понимании субъектом обучения содержания информационных фрагментов:
- уровень владения языком изложения содержания предмета изучения ( $ВП_{15}^1$ );
    - уровень владения языком изложения материала ( $П_{45}^1$ ) – обуславливает потенциальную способность субъекта обучения изучать информационные фрагменты отражающие содержание предмета изучения изложенные на определенном национальном языке и уровне представления материала;
    - уровень владения ключевыми терминами и определениями ( $П_{46}^1$ ) – характеризуется общим количеством понятий значения которых знает обучаемый;
    - уровень владения элементами интерфейса программы ( $П_{47}^1$ ) – определяется уровнем знаний, мастерством и выработанными навыками при работе с интерфейсом определенного приложения.

## 5.2. Структура когнитивной модели средства обучения

Полученная структура КМ средства обучения представлена на рис. 5.4 и 5.5.

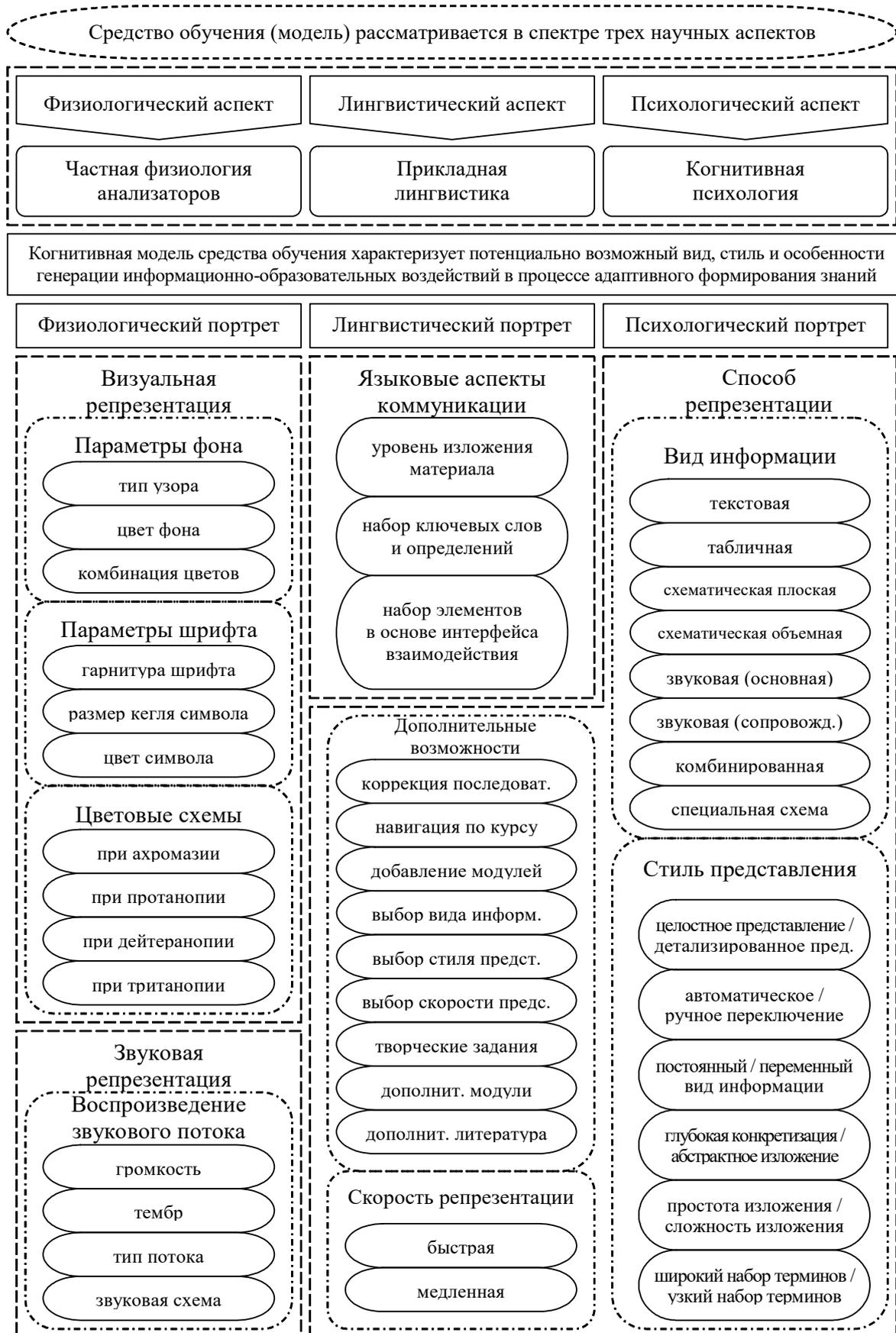


Рис. 5.4. Когнитивная модель средства обучения (многоуровневая структурная схема)



Рис. 5.5. Когнитивная модель средства обучения (многоуровневая структурная схема сочетающая теорию математических множеств)

- Элементы репертуара параметров КМ средства обучения имеют индекс 2.
1. Физиологические параметры ( $PP_1^2$ ) отражают визуальную ( $C_1^2$ ) и звуковую ( $C_2^2$ ) репрезентацию информационных фрагментов ( $BC_1^2$ ) средством обучения:
    - параметры фона ( $BP_1^2$ ) – реализуется установка типа узора ( $P_1^2$ ), цвета фона ( $P_2^2$ ) и комбинации цветов ( $P_3^2$ ) при отображении информационных фрагментов;
    - параметры шрифта ( $BP_2^2$ ) – установка гарнитуры шрифта ( $P_4^2$ ), размера кегля ( $P_5^2$ ) и цвета символов ( $P_6^2$ ), образующих предложения (рисунки) и отражающих содержание;
    - цветовые схемы отображения информации (информационных фрагментов) ( $BP_3^2$ ) (для частичной дихроматии используется принцип компенсации цветов, в случае полной дихроматии ( $P_7^2$ ) реализуется специальная схема замещения цветов при отображении набора информационных фрагментов и при генерации ОВ разного типа);
      - для протанопов ( $P_8^2$ ) – схема компенсации или замещения красного цвета;
      - для дейтеранопов ( $P_9^2$ ) – схема компенсации или замещения зеленого цвета;
      - для тританопов ( $P_{10}^2$ ) – схема компенсации или замещения фиолетового цвета;
    - параметры воспроизведения звукового потока ( $BP_4^2$ ) – обеспечивается установка громкости ( $P_{11}^2$ ), тембра ( $P_{12}^2$ ), типа потока ( $P_{13}^2$ ) и звуковой схемы ( $P_{14}^2$ ) воспроизведения аудио-потока при отображении набора информационных фрагментов;
  2. Психологические параметры ( $PP_2^2$ ) отражают способ репрезентации информации ( $BC_2^2$ ), в частности тип информации ( $C_3^2$ ), дополнительные возможности ( $C_4^2$ ), стиль ( $C_5^2$ ) и скорость ( $C_6^2$ ) представления информационных фрагментов средством обучения:
    - вид представляемой информации (информационных фрагментов) ( $BP_5^2$ );
      - текстологический ( $P_{15}^2$ ) – информационные фрагменты представляются в виде текста, отображаемого на странице адаптивного средства обучения (ЭУ);
      - табличный ( $P_{16}^2$ ) – информационные фрагменты представляются в виде таблицы, включающей совокупность информационных полей, выступающих идентификаторами столбцов и их значений записанных построчно и образующих набор записей, содержащих данные различного назначения;
      - плоская схема ( $P_{17}^2$ ) – отображение информационных фрагментов посредством плоских схем отражающих структуру объекта, процесса или явления;
      - объемная схема ( $P_{18}^2$ ) – представление информации в трехмерном пространстве координат, позволяющем отражать содержание предмета изучения;
      - звуковой поток как основной ( $P_{19}^2$ ) – воспроизведение файла со звуковым потоком, отражающем описание динамики объекта, процесса или явления;
      - звуковой поток как сопровождение ( $P_{20}^2$ ) – воспроизведение звукового потока для реализации сопровождения текстологического, табличного или схематического представления содержания предмета изучения;
      - комбинированная схема ( $P_{21}^2$ ) – выбор сочетания двух способов представления информации с последовательным или параллельным воспроизведением;
      - специальная схема ( $P_{22}^2$ ) – установка параметров алгоритма переключения схем отображения информации (информационных фрагментов);

- дополнительные параметры отображения информационных фрагментов ( $ВП_6^2$ );
    - коррекция последовательности предъявления информационных фрагментов – позволяет реализовать ручное (панель навигации) или автоматическое (алгоритм средства обучения) переключение информационных фрагментов, последовательность которых подобрана инд. для каждого обучаемого или всех;
    - навигация по курсу ( $П_{23}^2$ ) – реализует возможность навигации по структурным единицам ЭУ, которые отражают содержание предмета изучения, достигается посредством использования панелей навигации двух типов;
    - добавление модулей ( $П_{24}^2$ ) – позволяет обучаемым добавлять новые разделы, модули, страницы и контрольные вопросы или ссылки на информационные ресурсы (фрагменты), а преподавателям усовершенствовать содержание предмета изучения;
    - выбор вида ( $П_{25}^2$ ) и стиля ( $П_{26}^2$ ) представления информации – предоставление возможности обучаемому самостоятельно выбирать вид и стиль представления информации и отслеживать индивидуальную динамику результативности (эффективности) формирования знаний в ИОС системы АДО;
    - выбор скорости представления ( $П_{27}^2$ ) – предоставление возможности обучаемому выбирать значение интервала времени отображения информации;
    - творческие задания ( $П_{28}^2$ ) – предоставление возможности обучаемому выбирать набор тестовых и дополнительных заданий;
    - дополнительные модули ( $П_{29}^2$ ) – реализация алгоритмов и методов для психокорректирующего и развивающего обучения в автоматизированной ИОС;
    - дополнительная литература ( $П_{30}^2$ ) – возможность подбора перечня дополнительных литературных источников адекватно выявленному УОЗО;
  - биполярный стиль представления информации ( $С_5^2$ ) – определяется средством обучения на основе индивидуальных особенностей обработки информации субъекта обучения:
    - целостное ( $П_{31}^2$ ) или детализированное ( $П_{32}^2$ ) представление информации ( $ВП_7^2$ ) – изучение системы нового качества как единого целого состоящего из разных частей или структурная декомпозиция объекта, процесса или явления исследования на совокупность частей для их последовательного изучения;
    - автоматическое ( $П_{33}^2$ ) или ручное ( $П_{34}^2$ ) переключение между страницами ( $ВП_8^2$ ) – реализуется автоматически алгоритмом средства обучения или вручную пользователем;
    - постоянный ( $П_{35}^2$ ) или переменный ( $П_{36}^2$ ) вид информации ( $ВП_9^2$ ) – выбор постоянного или переменного вида информации при отображении инф. фрагментов;
    - глубокая конкретизация ( $П_{37}^2$ ) или абстрактное изложение ( $П_{38}^2$ ) ( $ВП_{10}^2$ ) – структурная декомпозиция объекта, процесса или явления исследования на совокупность частей для их детализированного изучения или абстрактное изучение системы нового качества как единого целого состоящего из разных частей;
    - простота ( $П_{39}^2$ ) или сложность ( $П_{40}^2$ ) изложения ( $ВП_{11}^2$ ) – реализуется посредством использования нескольких уровней изложения материала предмета изучения;
    - широкий ( $П_{41}^2$ ) или узкий ( $П_{42}^2$ ) набор терминов ( $ВП_{12}^2$ ) – широкий или узкий набор ключевых слов и определений при отображении информационных фрагментов;
  - скорость представления (репрезентации) информационных фрагментов ( $ВП_{13}^2$ );
    - быстрая скорость ( $П_{43}^2$ ) – быстрое отображения информационных фрагментов;
    - медленная скорость ( $П_{44}^2$ ) – медленное переключение страниц (информации);
3. Лингвистические параметры ( $ПП_3^2$ ) отражают языковую коммуникацию ( $ВС_3^2$ ), в частности язык изложения ( $С_7^2$ ) при отображении информации средством обучения:
- уровень изложения материала ( $П_{45}^2$ ) – ручной или автоматический выбор уровня изложения материала;
  - набор ключевых терминов и определений ( $П_{46}^2$ ) – автоматический выбор и формирование перечня ключевых слов и определений;
  - набор элементов в составе интерфейса взаимодействия ( $П_{47}^2$ ) – автоматический выбор типа интерфейса программы и компоновки его элементов.

На основании проведенного исследования сформируем выводы по пятой главе:

1. Предложен БПКМ включающий КМ субъекта обучения и КМ средства обучения, предназначенный для реализации дополнительного контура адаптации позволяющего реализовать анализ ИОС и обеспечить индивидуально-ориентированное формирование знаний контингента обучаемых в системе АДО.
2. Создание и последующая реконструкция структуры КМ субъекта обучения и КМ средства обучения осуществляется посредством использования предложенного алгоритма формирования структуры КМ, входящего в основу ТКМ.
3. КМ отображается посредством использования различных способов (моделей) представления (существующие – фреймовая модель и семантическая сеть или предложенные – граф сочетающий теорию множеств и многоуровневая схема), представляет собой (ре)конструируемый в ширину и глубину репертуар параметров эшелонированный на ряд портретов ( $ПП_i$ ) и стратифицированный на совокупность множеств: множество видов свойств ( $BC_j$ ) и множество элементарных свойств ( $C_k$ ), множество векторов параметров ( $ВП_l$ ) и множество параметров ( $П_m$ ).
4. Предложена КМ субъекта обучения аккумулирующая параметры характеризующие индивидуальные особенности сенсорного восприятия (физиологический портрет), обработки (психологический портрет) и понимания содержания информационных фрагментов (лингвистический портрет).
5. Для диагностики значений параметров КМ субъекта обучения используются прикладные методы имеющие обоснование в рамках физиологии сенсорных систем, когнитивной психологии и прикладной (когнитивной) лингвистики.
6. Представлена КМ средства обучения концентрирующая параметры отражающие потенциальные технические возможности средства обучения (ЭУ) функционирующего на основе процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов, который генерирует ОВ разным способом согласно измеренным ИОЛСО.
7. Для исследования значений параметров КМ средства обучения необходимо провести анализ технических возможностей средства обучения используемых в основе автоматизированной ИОС, в частности реализовать уточнение значений параметров в течении жизненного цикла программной реализации ЭУ.

В пятой главе получен новый научный результат – БПКМ, включающий КМ субъекта обучения и КМ средства обучения.

БПКМ выступает основой для проведения системного анализа ИОС направленного на повышение эффективности функционирования компонентов системы АДО, обеспечивает поддержку функционирования процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов расположенного в основе ЭУ и позволяет реализовать технологию индивидуально-ориентированного обучения.

Разработанные КМ позволяют подобрать оптимальное сочетание номинальных значений параметров отображения информационных фрагментов с учетом технических возможностей используемых средств обучения на основе ИОЛСО.

## **6. Комплекс программного обеспечения для автоматизации задач исследования**

Архитектура программного комплекса включает три уровня: уровень интерфейса – поддерживает взаимодействие между компонентами ИОС и конечными пользователями различных категорий; уровень ядра – набор специальных процедур и алгоритмов, обеспечивающих обработку событий инициированных компонентами ИОС системы АДО и выполнение ряда функций и задач при работе пользователей; уровень хранилища данных – банк данных, содержащий несколько БД разного назначения.

Уровень интерфейса комплекса программ поддерживает работу нескольких категорий пользователей (гость, обучаемый, преподаватель, консультант и администратор) в различных режимах функционирования (адаптивное обучение, диагностика ИОЛСО, тестирование УОЗО, просмотр и анализ апостериорных данных исследования).

Для начала работы конечного пользователя в системе необходимо пройти процедуру аутентификации, которая выполняется двумя основными способами: первичная (в случае отсутствия учетной записи пользователя в БД) и последующая регистрация.

После аутентификации пользователя предполагается переход в один из возможных режимов функционирования комплекса программ, реализуемый определенным структурным компонентом: адаптивное средство обучения (ЭУ) – режимы адаптивного обучения и администрирования наполнения (контента) по предметам изучения; основной ДМ – режимы диагностики УОЗО и администрирования тестов по изучаемым дисциплинам; прикладной ДМ – режимы диагностики параметров КМ и администрирования тестов, позволяющих обеспечить исследование ИОЛСО.

Запуск определенного режима функционирования комплекса программ инициирует выполнение процедуры первичной инициализации параметров и обработки событий, обуславливая возможность выполнения набора процедур входящих в основу ядра системы и обеспечивая доступ к БД, входящим в состав банка данных.

Уровень ядра системы включает связанную совокупность программных компонентов, выполняющих обработку данных и операций конечного пользователя: процессор адаптивной репрезентации информационных фрагментов средства обучения, процедура аутентификации и добавления пользователей, процедура управления процессом диагностики, модуль языковой поддержки при отображении элементов, процедура обработки событий пользователя, процедура выбора и анализа данных тестирования, процедура модификации структуры КМ субъекта обучения, процедура модификации структуры КМ средства обучения, процедура администрирования тестов УОЗО, процедура администрирования тестов ИОЛСО, процедура проверки корректности данных и процедура резервного копирования данных.

Процессор адаптивной репрезентации информационных фрагментов является инновационным компонентом в основе архитектуры автоматизированного средства обучения и обеспечивает индивидуально-ориентированную генерацию ОБ с учетом значений параметров, входящих в КМ субъекта обучения и КМ средства обучения.

Процедуры обеспечения доступа к данным и обработки запросов обеспечивают взаимодействие с банком данных, включающим ряд БД: БД (конечных) пользователей обучающей подсистемы, БД с наполнением по предметам адаптивного средства обучения, БД тестов по предметам и БД апостериорных результатов исследования УОЗО и ИОЛСО.

БД пользователей содержит набор учетных записей пользователей и позволяет разграничить их права доступа к различной информации используемой в ИОС АДО.

БД с наполнением по предметам (контентом) включает предварительно структурированную информацию, отражающую содержание набора предметов изучения представленную посредством семантической (структурной) модели (рис. 3.9).

БД предметных тестов содержит множество вопрос-ответных структур, входящих в тестовые задания по разделу, модулю, параграфу и фрагменту дисциплины, позволяющие реализовать текущее (промежуточное) и итоговое тестирование УОЗО.

БД тестов ИОЛСО содержит набор вопрос-ответных структур, входящих в тестовые задания, относящиеся к определенной методике позволяющей исследовать параметры, характеризующие ИОЛСО и входящие в КМ субъекта обучения.

БД с апостериорными результатами исследования содержит систематизированную совокупность значений параметров КМ субъекта обучения, характеризующих ИОЛСО и параметры, отражающие результативность обучения по циклу дисциплин.

В целях архивирования и резервного копирования данных архитектура комплекса программ предусматривает резервное хранилище данных: БД временно неактивных пользователей, резервная БД с информацией по предметам изучения, резервная БД тестов ИОЛСО и архив с результатами тестирования прошлых лет.

БД неактивных пользователей содержит совокупность учетных записей пользователей, которым временно по каким-либо причинам не разрешается использовать компоненты и ресурсы автоматизированной образовательной среды.

Резервная БД информации по изучаемым дисциплинам реализует резервное копирование и архивирование структурированной информации, отражающей содержание набора дисциплин, позволяя увеличивать свободное дисковое пространство.

Резервная БД тестов по изучаемым дисциплинам позволяет архивировать набор тестов по циклу предметов изучения, позволяющих реализовать оценку УОЗО.

Резервная БД тестов ИОЛСО обеспечивает резервное копирование, архивирование и хранение тестов ИОЛСО, позволяет при необходимости восстанавливать информацию в случае ее повреждения в основной БД тестов ИОЛСО.

Архив с результатами прошлых лет аккумулирует хронологически упорядоченный набор записей, содержащих результаты диагностики УОЗО и ИОЛСО.

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

## 6.1. Комплекс программ для автоматизации задач исследования

На рис. 6.1 отражена структура комплекса программ для поддержки ИОС АДО.

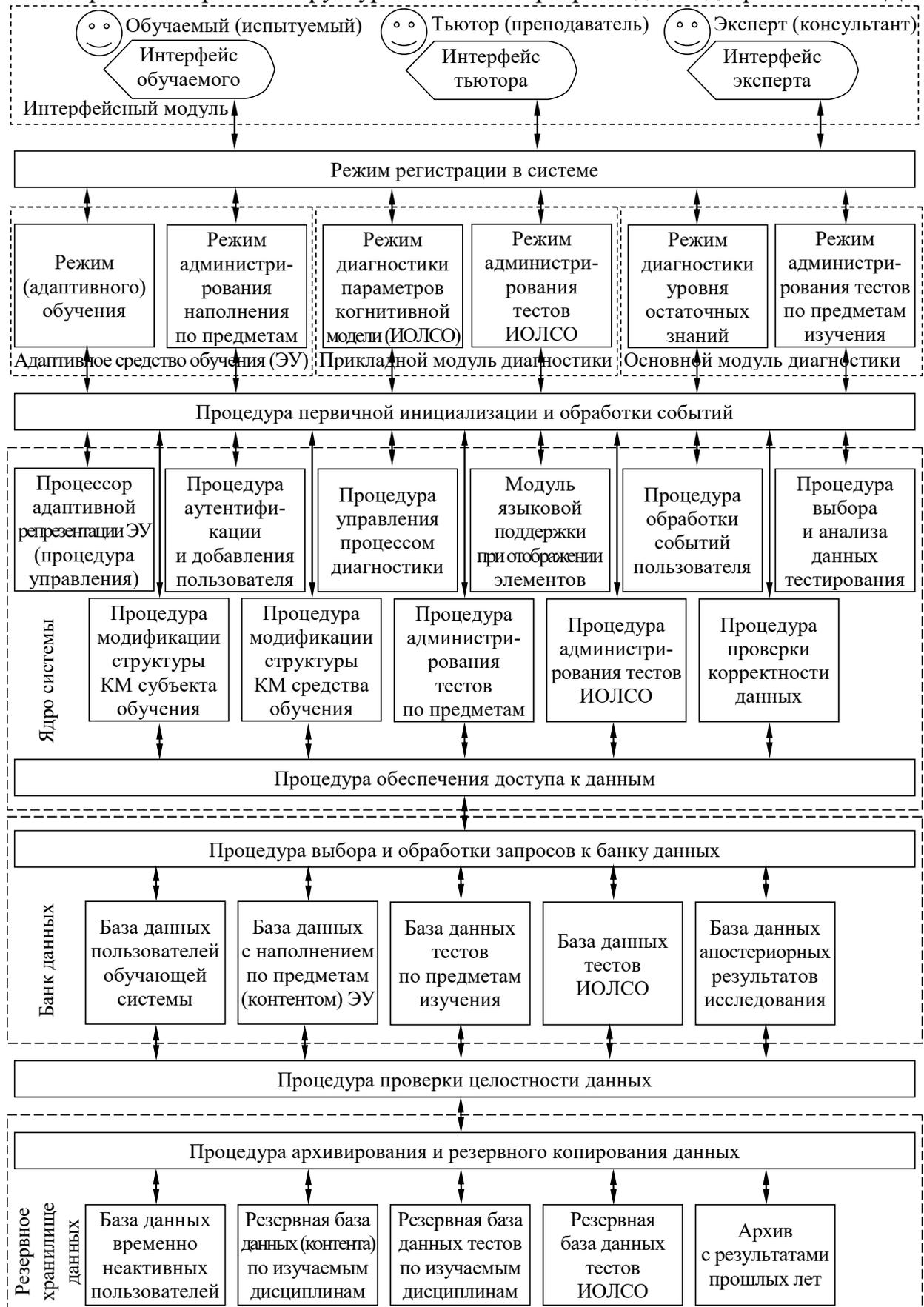


Рис. 6.1. Структурно-функциональная схема комплекса программ

Непосредственно после запуска одного из компонентов комплекса программ (адаптивный ЭУ, основной ДМ и прикладной ДМ) отображается главная кнопочная форма приложения, которая позволяет выбрать определенный режим функционирования запущенного компонента (администрирование контента ЭУ или ДМ, адаптивное обучение и диагностика УОЗО и ИОЛСО), реализующего выполнение определенных функций и задач при работе пользователей различных категорий.

На рис. 6.2 представлен алгоритм переключения режимов функционирования комплекса программ, на основе которого обеспечивается запуск разных компонентов.



Рис. 6.2. Алгоритм переключения режимов функционирования программного комплекса

Непосредственно после запуска системы обучения осуществляется подключение программных модулей, БД, БЗ и запуск процедуры аутентификации пользователя.

Алгоритм аутентификации пользователя в системе представлен на рис. 6.3.

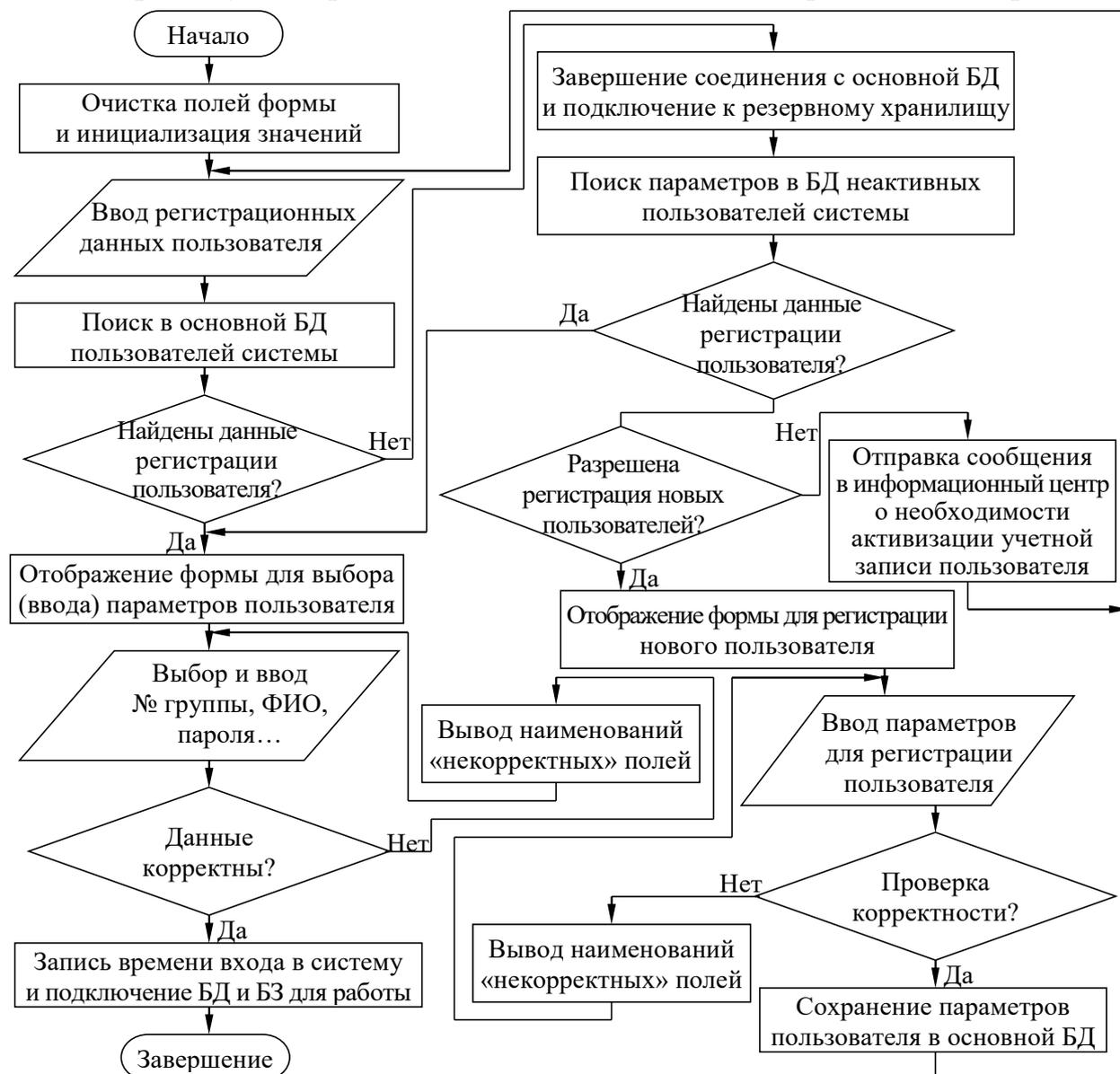


Рис. 6.3. Алгоритм аутентификации пользователя в системе

После запуска процедуры аутентификации происходит первичная инициализация значений полей формы, обеспечивая поиск учетной записи пользователя вначале в основной БД системы, затем в БД временно неактивных пользователей.

Если учетная запись не найдена в основной БД пользователей и в БД временно неактивных пользователей, а также не разрешена регистрация новых пользователей, то осуществляется отправка сообщения в информационный центр о необходимости принудительной активизации учетной записи пользователя.

Если данные пользователя найдены, то пользователю предлагается выбрать группу и ввести пароль для осуществления входа в систему, при этом реализуется запись даты и времени входа пользователя в систему, а также подключение необходимых БД и БЗ для работы в рамках данного сеанса.

## 6.2. Адаптивный электронный учебник

Адаптивное средство обучения (ЭУ) выступает ключевым компонентом ИОС системы АДО со свойствами адаптации на основе БПКМ, обеспечивающим индивидуально-ориентированное формирование знаний обучаемого посредством использования процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов, расположенного в основе его инновационной архитектуры. Адаптивное средство обучения оперирует в нескольких режимах функционирования, обеспечивая выполнение разных задач конечных пользователей разных категорий.

Принцип функционирования адаптивного средства обучения (ЭУ) на основе БПКМ предусматривает учет ИОЛСО и представлен на рис. 6.4.

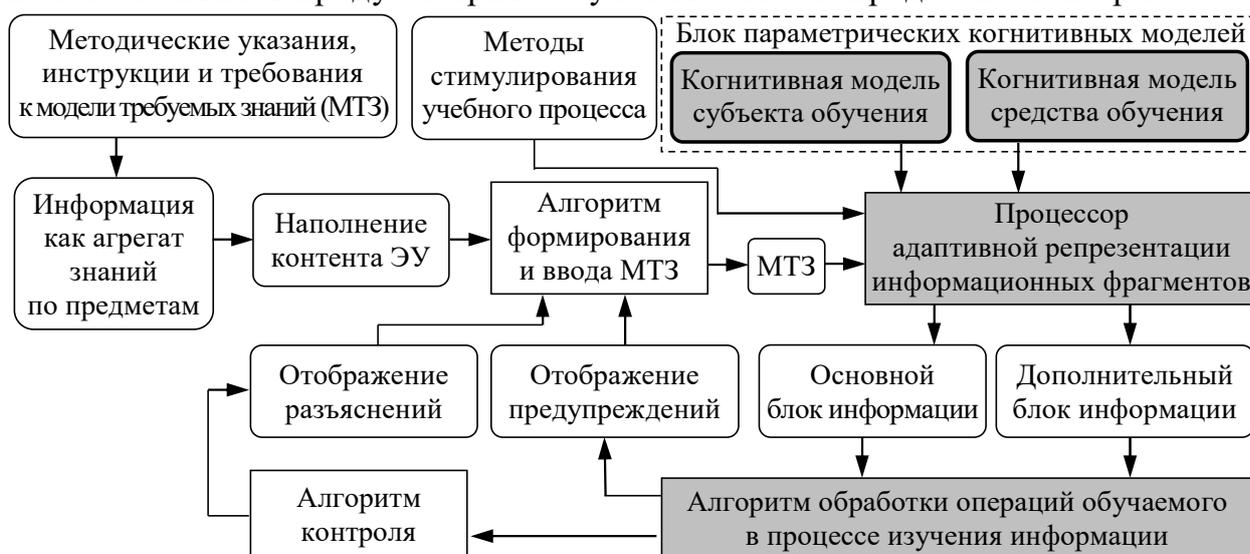


Рис. 6.4. Схема, отражающая принцип (алгоритм) функционирования адаптивного средства обучения

Согласно представленному принципу функционирования адаптивного средства обучения преподаватель, ориентируясь на УМК по набору дисциплин (методические указания, инструкции и требования к модели требуемых знаний), осуществляет наполнение контента средства обучения (ЭУ) информацией посредством алгоритма формирования и ввода модели требуемых знаний на принятом языке формального описания (модели представления данных), которая сохраняется в БДс наполнением по предметам (контентом) на основе семантической (структурной) модели дисциплины.

Процессор адаптивной репрезентации обеспечивает индивидуально-ориентированную генерацию информационных фрагментов (основной и дополнительный блок информации) на основе значений параметров КМ субъекта обучения (ИОЛСО) и КМ средства обучения (потенциальные технические возможности отображения ОБ).

Алгоритм обработки операций обучаемого в процессе изучения содержания информации обеспечивает реакцию системы на события инициируемые пользователем.

Семантическая (структурная) модель дисциплины представлена на рис. 6.5 и обеспечивает сохранение (режим администрирования) и извлечение (режим адаптивного обучения) содержания множества информационных фрагментов по определенной дисциплине при работе различных категорий пользователей.

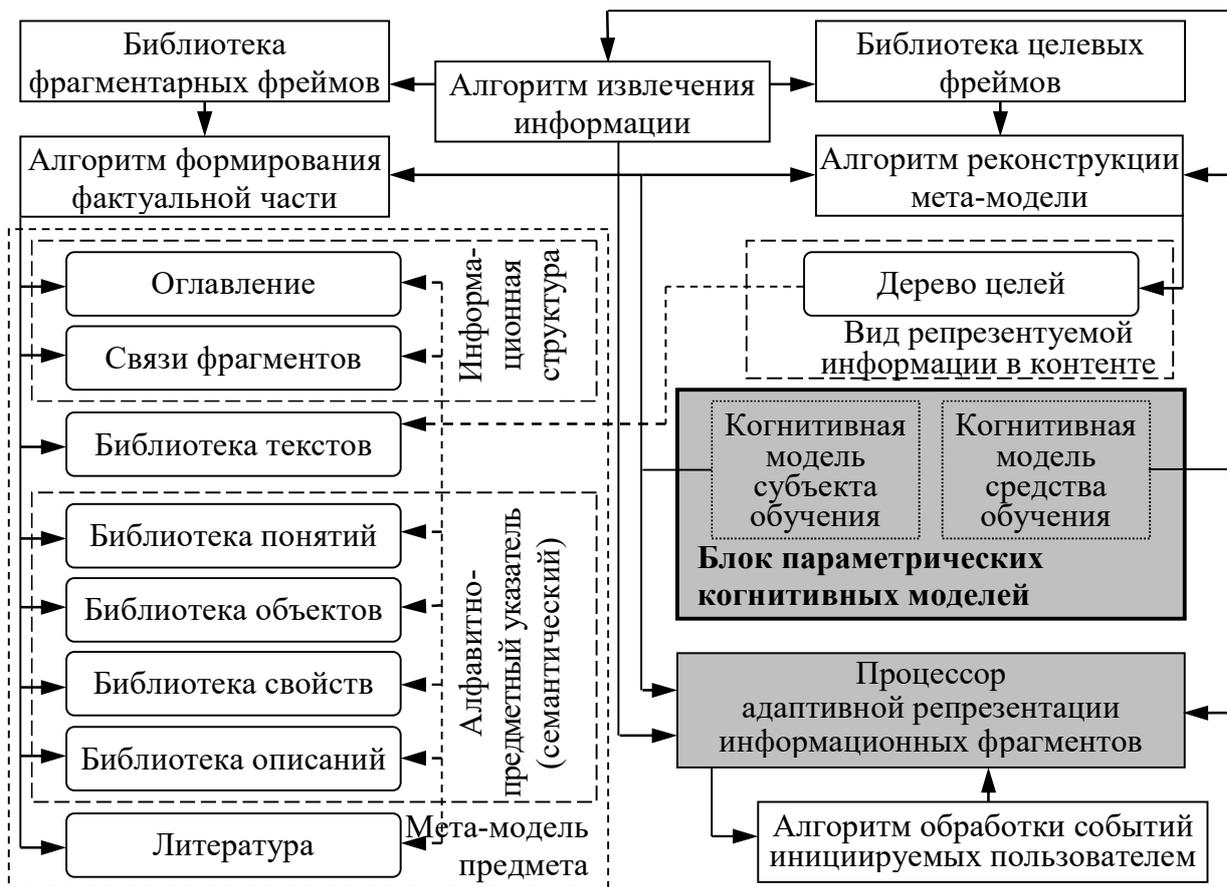


Рис. 6.5. Семантическая модель хранения и извлечения информации

Алгоритм извлечения информационных фрагментов (рис. 6.7) оперирует согласованно с процессором адаптивной репрезентации информационных фрагментов (рис. 6.6) на основе дерева целей обучения и набора фреймов информационных фрагментов (отражают содержание дисциплины), посредством алгоритма формирования дерева целей обучения (определяет последовательность и способ предъявления информации) и алгоритма формирования фактуальной части информационной структуры: алфавитно-предметный указатель выступает элементом навигации по структуре дисциплины; информационная структура отражает содержание информационного фрагмента (текст, графическое изображение и мультимедиа поток из библиотеки фрагментарных текстов); связи между информационными фрагментами (перекрестные ссылки); свойства информационного фрагмента (тип содержащейся информации); описание (назначение информационного фрагмента); источники литературы (основная, дополнительная и справочная литература по разделу, параграфу или модулю дисциплины).

БПКМ включает КМ субъекта обучения и КМ средства обучения, параметры которых загружаются в режиме обучения и обрабатываются процессором адаптивной репрезентации информационных фрагментов средства обучения.

Процессор адаптивной репрезентации информационных фрагментов (рис. 6.6) автоматизированного средства обучения реализует индивидуализацию АДО и оперирует в рамках ограниченного множества видов и типов ОВ (КМ средства обучения), при генерации которых учитываются ИОЛСО (КМ субъекта обучения).

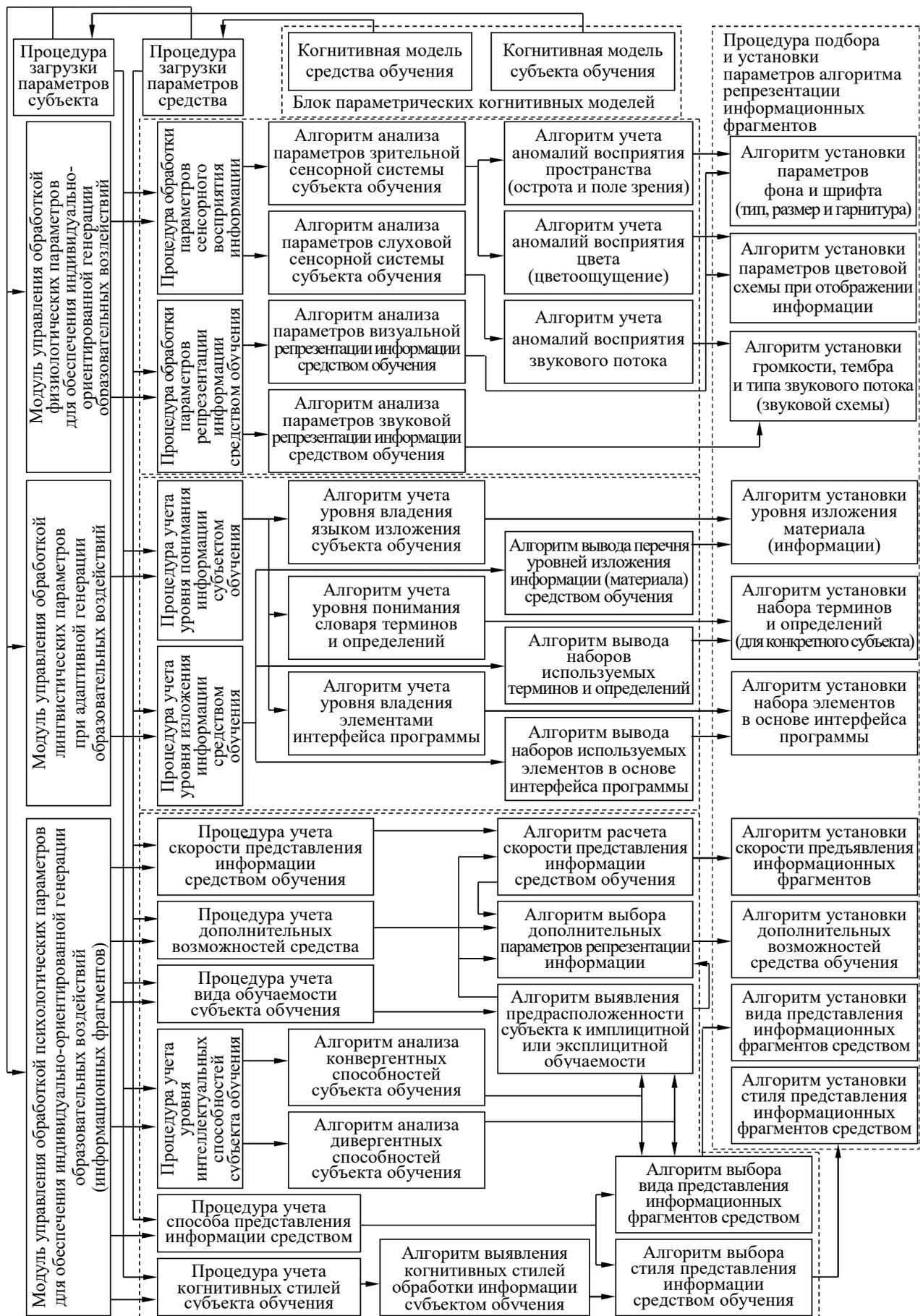


Рис. 6.6. Структура процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов

Поддержку функционирования процессора адаптивной репрезентации информации адаптивного средства обучения обеспечивает алгоритм извлечения информации (рис. 6.7).

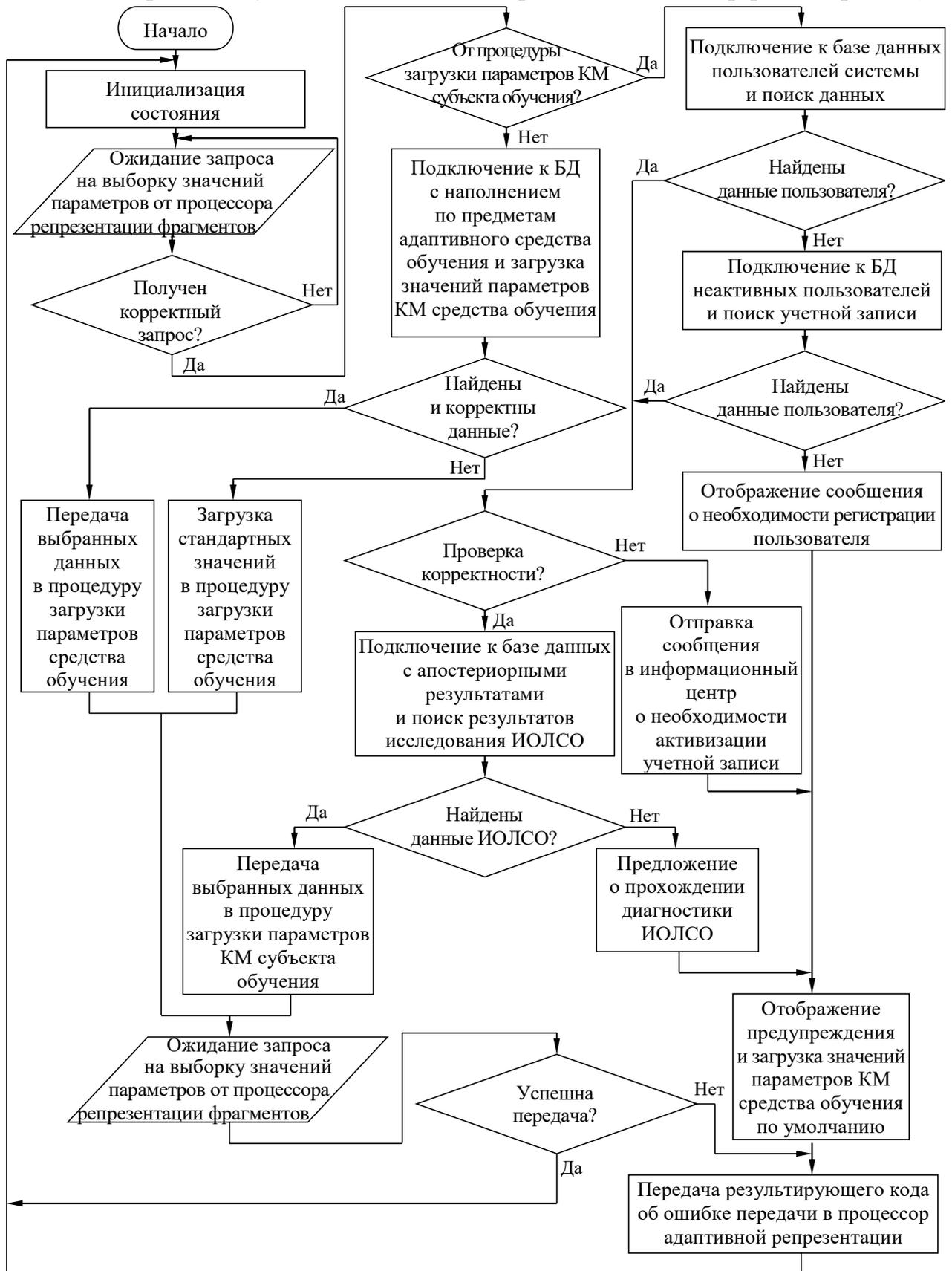


Рис. 6.7. Алгоритм извлечения информационных фрагментов адаптивного средства обучения (электронного учебника)

Адаптивное средство обучения (ЭУ) оперирует в нескольких режимах:

- режим администрирования – обеспечивает наполнение БД пользователей обучающей системы учетными записями, позволяет сохранить предварительно структурированную информацию, которая отражает содержание дисциплины и хранится в БД с наполнением по предметам (контентом) адаптивного ЭУ;
- режим адаптивного обучения – реализует индивидуально-ориентированную генерацию информационных фрагментов разного типа на основе БПКМ.

Программная реализация адаптивного средства обучения непосредственно предусматривает функцию переключения языка, используемого на идентификаторах элементов интерфейса – отображение наименований на русском и английском языках.

Непосредственно после запуска программной реализации адаптивного средства обучения осуществляется отображение главной кнопочной формы, позволяющей: на первом шаге – установить наименование, язык и уровень изложения содержания дисциплины; на втором шаге – реализовать аутентификацию пользователя, на третьем шаге – выбрать режим функционирования средства обучения.

Процедура аутентификации пользователя предназначена для разграничения прав доступа различных категорий пользователей к БД и элементам интерфейса в различных режимах функционирования средства обучения (ЭУ).

Каждая категория пользователей оперирует в определенном режиме функционирования программной реализации средства обучения: администрирование – преподаватель, методист, аналитик; адаптивное обучение – обучаемый.

Программная реализация адаптивного средства обучения в режиме администрирования позволяет обеспечить наполнение БД с содержанием по предметам (контентом) посредством семантической (структурной) модели дисциплины, которая реализует сохранение и извлечение предварительно структурированной информации на совокупность квантов: раздел, модуль, страница (информационный фрагмент).

В качестве методического обеспечения выступающего источником информации при наполнения контента ЭУ необходимо использовать имеющийся электронный УМК по определенной дисциплине, содержащий совокупность требований, дерево целей обучения и информацию, отражающую содержание предмета изучения.

Перед наполнением структур данных БД ЭУ необходимо определить перечень доступных языков изложения и уровней сложности изложения содержания дисциплины, а затем требуется добавить перечень доступных дисциплин и их описания.

Для наполнения БД с содержанием по предметам (контентом) адаптивного средства обучения согласно семантической (структурной) модели дисциплины необходимо обеспечить структурирование информации, отражающей содержание дисциплины на совокупность квантов: раздел, модуль, параграф и страница (информационный фрагмент).

Алгоритм формирования БД с наполнением по предметам (контентом) адаптивного средства обучения (рис. 6.8) – последовательность операций, которые позволяют обеспечить наполнение контента адаптивного средства обучения в режиме администрирования.

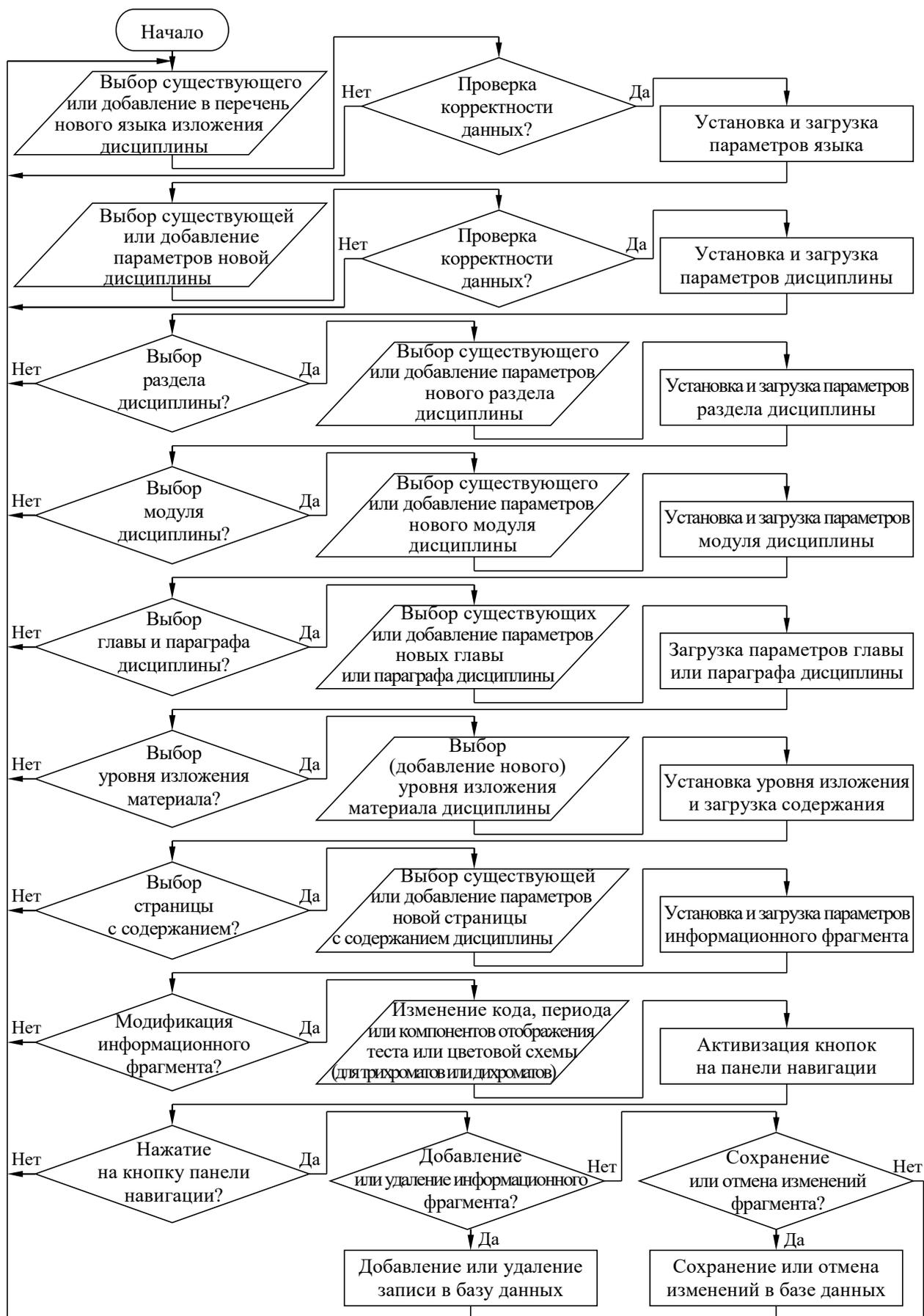


Рис. 6.8. Алгоритм формирования базы данных (знаний) с наполнением предметам адаптивного средства обучения (электронного учебника)

В режиме администрирования непосредственно осуществляется сохранение параметров национального или иностранного языка изложения материала (рис. 6.9): A1.1 – код (генерируется автоматически), A1.2 – наименование языка изложения материала, A1.3 – навигатор обеспечивающий переход на первый / последний, предыдущий / следующий элемент списка и добавление / удаление, сохранение / очистку введенных значений, а также реализуется модификация параметров выбранной дисциплины: A2.1 – код (генерируется автоматически), A2.2 – наименование дисциплины, A2.3 – статус отображения описания дисциплины (предмета изучения), A2.4 – поле ввода описания дисциплины, подлежащей изучению.

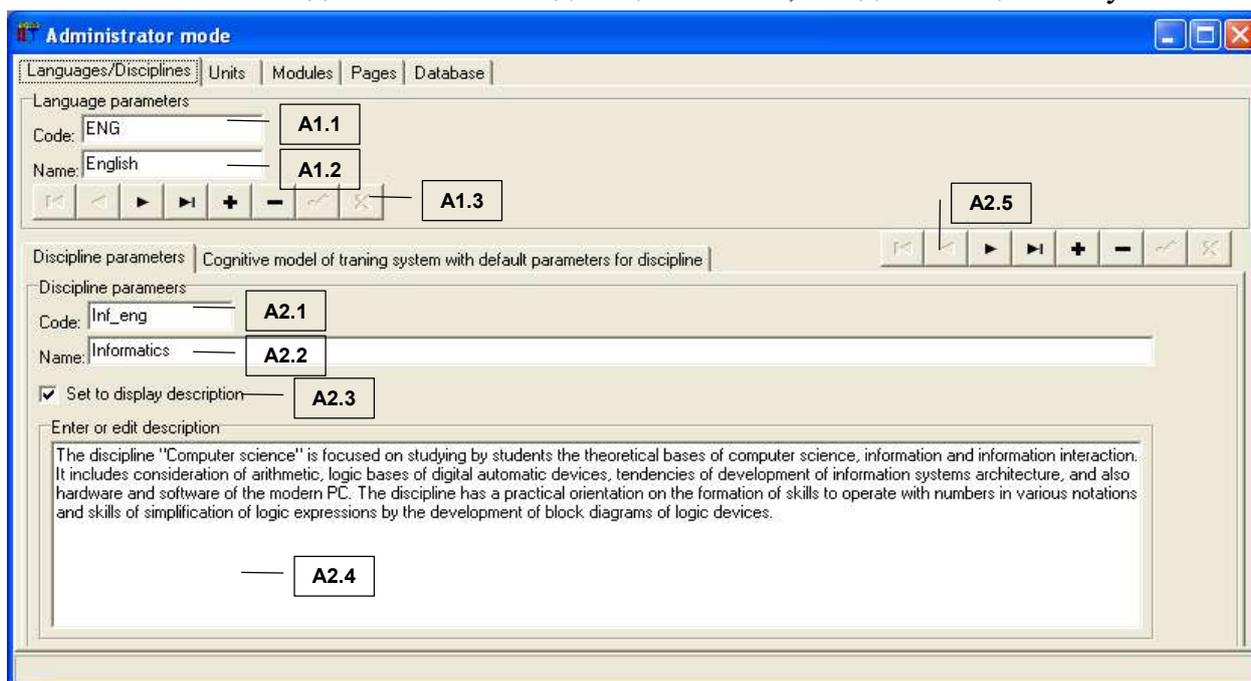


Рис. 6.9. Форма интерфейса адаптивного средства обучения в режиме администрирования

Посредством элементов интерфейса A1.1-A1.3 предоставляется возможность формирования необходимого перечня национальных или иностранных языков изложения материала для последующего представления предварительно структурированной информации, отражающей содержание набора дисциплин, а также реализуется возможность предъявления обучаемым материала определенной дисциплины на разных уровнях изложения.

Непосредственно после выбора наименования дисциплины (A1), раздела (A2), модуля (A3) появляется возможность переключения между страницами (рис. 6.10): их добавление, удаление, а также сохранение модифицированных значений в полях (A4.1-A4.3, A5.1, A5.2) посредством соответствующих кнопок навигатора (A5.3, A5.4).

Добавление новой страницы инициирует автоматическую генерацию кода страницы (A4.1), а затем появляется возможность ввода значения интервала времени отображения (A4.2) и способа отображения информационного фрагмента (A4.3) используемых по умолчанию если выключен процессор адаптивной репрезентации информационных фрагментов (параметры рассчитываются процессором адаптивной репрезентации информации на основе БПКМ).

Удаление текущей страницы обуславливает удаление соответствующего набора информационных полей в БД с наполнением по предметам средства обучения (ЭУ).

Далее сохраняются параметры элементарной страницы (рис. 6.10): текстологическое содержание (A5.1), графическое содержание (A5.2) информационного фрагмента для нормальных трихроматов и дихроматов (протанопов, дейтеранопов и тританопов).

Для управления графическим изображением используется специальная панель состоящая из ряда кнопок (A5.3), позволяющая вставлять изображение из буфера обмена, копировать или вырезать содержимое графического поля в буфер обмена.

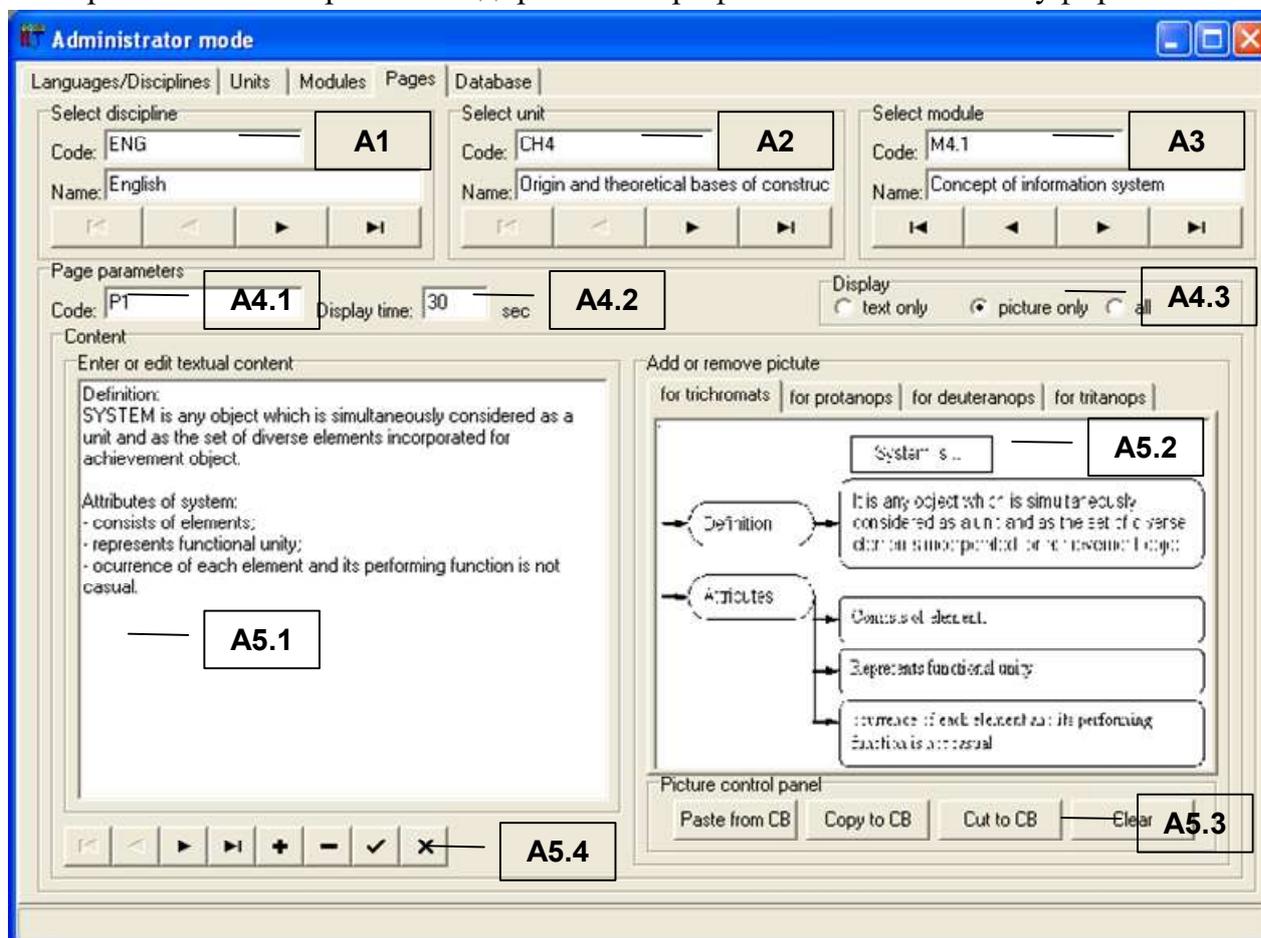


Рис. 6.10. Форма интерфейса адаптивного средства обучения в режиме администрирования параметров страницы

Каждое графическое изображение, входящее в метод исследования предварительно подготавливается в графическом редакторе (Adobe Photoshop, AutoCAD, ArhiCAD и других) и представляет собой рисунок или набор пигментных пятен различного размера, восприятие которых позволяет учитывать (диагностировать) степень выраженности определенной патологии цветоощущения: нормальный трихромат – без аномалий; аномальный дихромат – выраженная частичная или полная патология цветоощущения красного (протанопия), зеленого (дейтеранопия) и фиолетового (тританопия) цветов полихроматического спектра фотонного излучения (см. коррекцию гаммы белого).

Отображение информационных фрагментов осуществляется двумя способами:

- автоматически – фиксированный интервал отображения информации в зависимости от предварительно установленного номинального значения;
- вручную – переключение страниц осуществляется посредством панелей навигации, позволяющих обеспечить переключение между страницами (фрагментами).

Панель управления навигаций первого типа является иерархическим деревом, которое реализует переключение между отображаемыми страницами и построено на основе структурной (семантической) модели, отражающей содержание предмета изучения.

Панель управления навигацией второго типа представлена на рис. 6.11, позволяет последовательно выбирать наименование раздела (E1.1), модуля (E1.3) и страницы (E1.5).

При отображении информационного фрагмента в режиме адаптивного обучения нажатие кнопки E1.9 обеспечивает скрытие панели управления (навигации) (рис. 6.11).

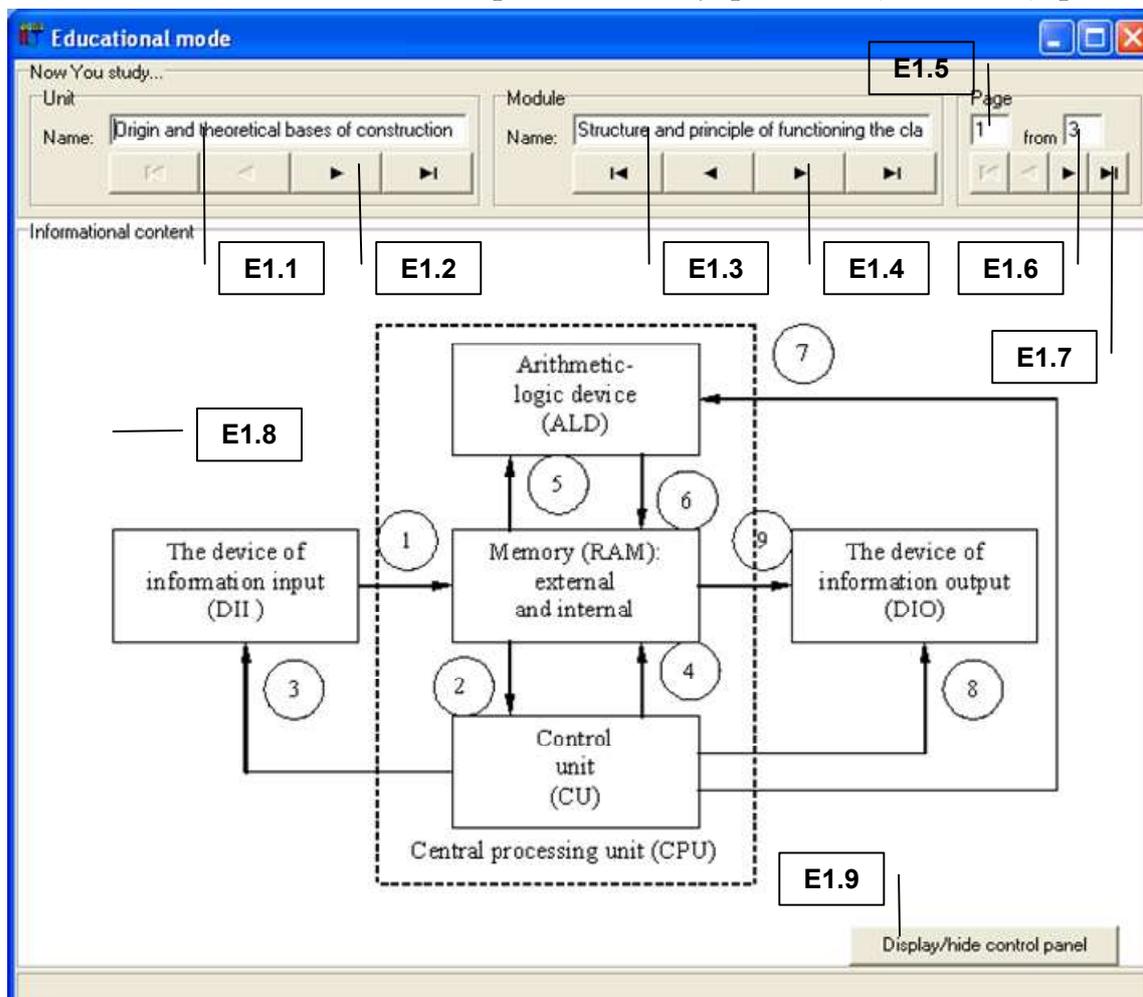


Рис. 6.11. Форма интерфейса электронного учебника в режиме адаптивного обучения при отображении информационных фрагментов в виде плоской схемы

Процессор адаптивной репрезентации информационных фрагментов реализует расчет оптимального сочетания номинальных значений параметров ОВ (цвет фона; цвет, размер и гарнитура шрифта; цветовая схема; громкость, тембр и звуковая схема; уровень изложения материала, набор терминов и определений, набор элементов интерфейса; скорость предъявления фрагментов, вид и стиль предъявления информации) на основе БПКМ, включающего КМ субъекта обучения и КМ средства обучения.

На рис. 6.12 представлена форма интерфейса адаптивного средства обучения (ЕТ) в режиме обучения на основе текстологического вида представления информационных фрагментов и ручного способа переключения страниц отображаемых обучаемому посредством использования навигатора второго типа.

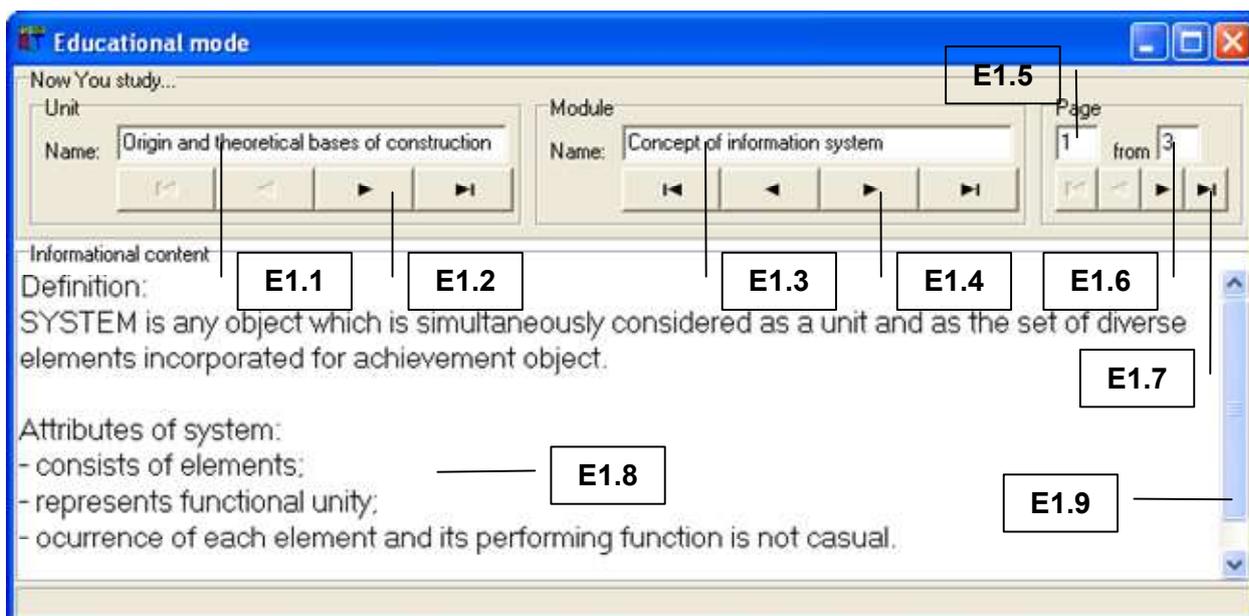


Рис. 6.12. Форма интерфейса электронного учебника в режиме адаптивного обучения при отображении информационных фрагментов в виде текста

Переключение отображаемых информационных фрагментов (E1.8) достигается посредством использования навигатора второго типа (рис. 6.12): наименование раздела (E1.1) и селектор раздела (E1.2), наименование модуля (E1.3) и селектор модуля (E1.4), номер текущей страницы (E1.5), общее количество страниц в модуле (E1.6) и селектор страниц (E1.7). Если объем информационного фрагмента превышает размер отображаемой области страницы (E1.8) на представленной форме интерфейса программной реализации ЭУ, то появляется возможность использования полосы прокрутки (E1.9).

Сохранение и извлечение содержания информационных фрагментов осуществляется посредством алгоритма извлечения информации на основе семантической модели дисциплины независимо от значений параметров содержащихся в БПКМ, определяющих особенности отображения информации определенному обучаемому.

Запуск режима адаптивного обучения возможен только в случае реализации:

- предварительной диагностики ИОЛСО и последующей установки значений параметров КМ субъекта обучения для выбранного контингента обучаемых;
- установки значений параметров КМ средства обучения, определяющих перечень возможных типов, видов и способов представления информационных фрагментов (адекватно техническим возможностям), а также параметры отображения по умолчанию, использующиеся в случае невозможности выбора оптимального сочетания параметров отображения для конкретного обучаемого по причине отсутствия значений его параметров в КМ субъекта обучения.

Переключение между страницами осуществляется автоматически по истечении заданного интервала отображения страницы или вручную пользователем. Окно режима (адаптивного) обучения закрывается автоматически по истечении отведенного интервала времени или вручную пользователем.

Для принудительного завершения сеанса обучения пользователю необходимо закрыть соответствующее окно интерфейса независимо от режима работы.

### 6.3. Основной диагностический модуль

Основной ДМ предназначен для реализации автоматизированного тестирования УОЗО контингента обучаемых и оперирует на основе сформированных выборок вопрос-ответных структур, содержащихся в БД тестов по предметам (рис. 6.13).



Рис. 6.13. Схема, отражающая принцип (алгоритм) функционирования основного диагностического модуля

Дерево целей обучения положено в основу модели требуемых знаний и строится исходя из действующих стандартов, ограничений, предпочтений и технических возможностей средств обучения, используемых в ИОС для реализации АДО.

Согласно сформированной и наполненной преподавателем модели требуемых знаний, содержащей дерево целей обучения, каждому информационному фрагменту, отражающему содержание дисциплины на определенном языке изложения (раздел, модуль и страница) ассоциируется набор контрольных вопросов содержащихся в БД тестов по предметам, обеспечивающих промежуточную и итоговую оценку УОЗО.

Алгоритм выработки учебных заданий и пояснений (объяснений) обеспечивает генерацию последовательности вопрос-ответных структур, реализует сопоставление эталонного (формирует преподаватель) и экспериментального (формирует испытуемый в процессе тестирования) ответов, а в случае регистрации неверного(ных) варианта(ов) ответа испытуемого на один из вопросов отображает объяснение, которое устанавливается заранее преподавателем.

Основной ДМ оперирует в рамках ограниченного набора режимов функционирования:

- администрирование – модификация БД тестов по предметам, учетных записей пользователей и просмотр апостериорных результатов тестирования (рис. 6.14);
- диагностика – автоматизированная оценка УОЗО с использованием совокупности тестов по набору дисциплин на основе настраиваемых шкал (рис. 6.15).

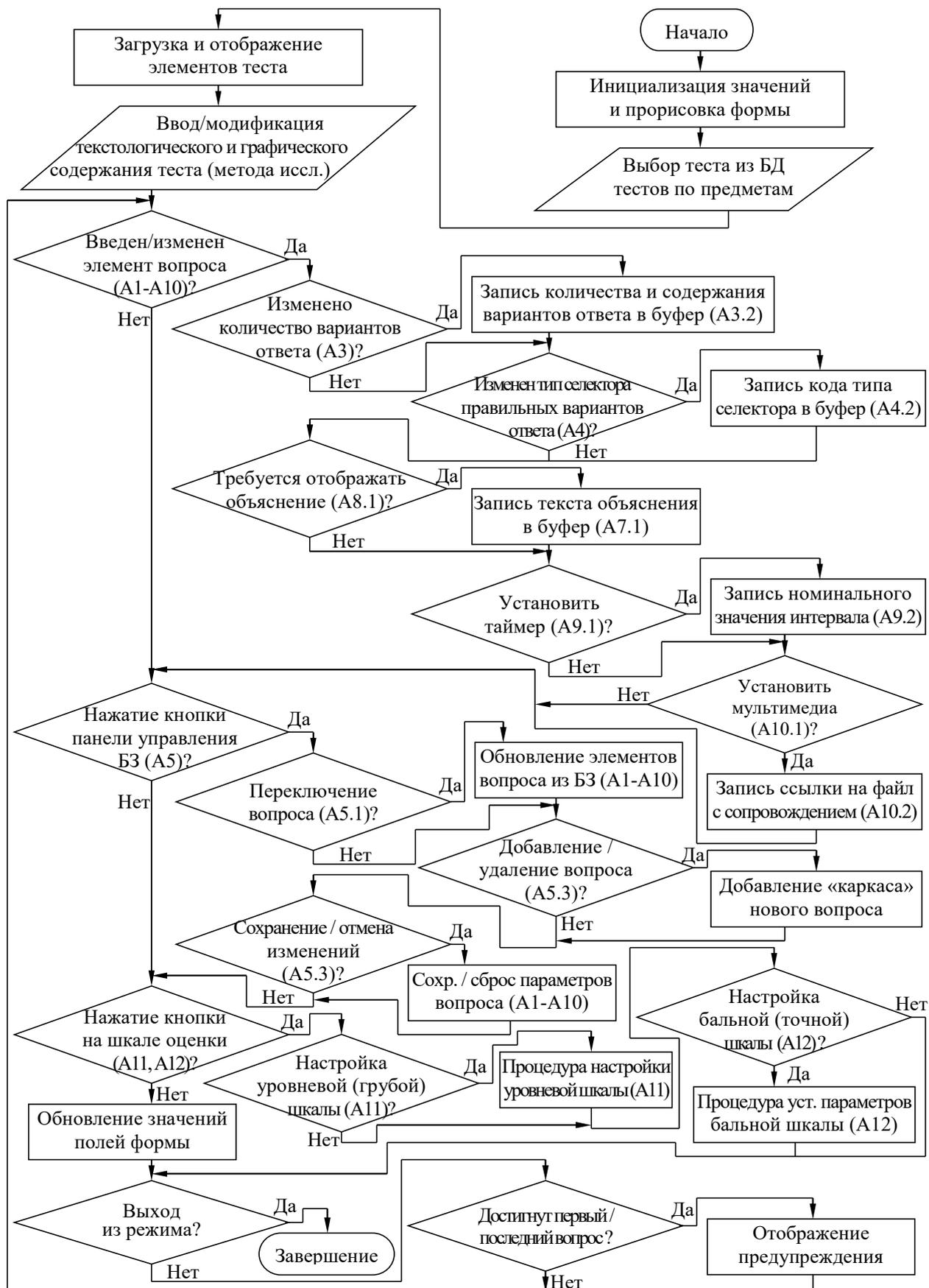


Рис. 6.14. Алгоритм поддержки функционирования режима администрирования вопросов теста (метода исследования)

На рис. 6.15 представлен алгоритм функционирования основного ДМ в режиме диагностики, позволяющем произвести автоматизированную оценку УОЗО на основе сформированной интервальной шкалы и функции оценивания.

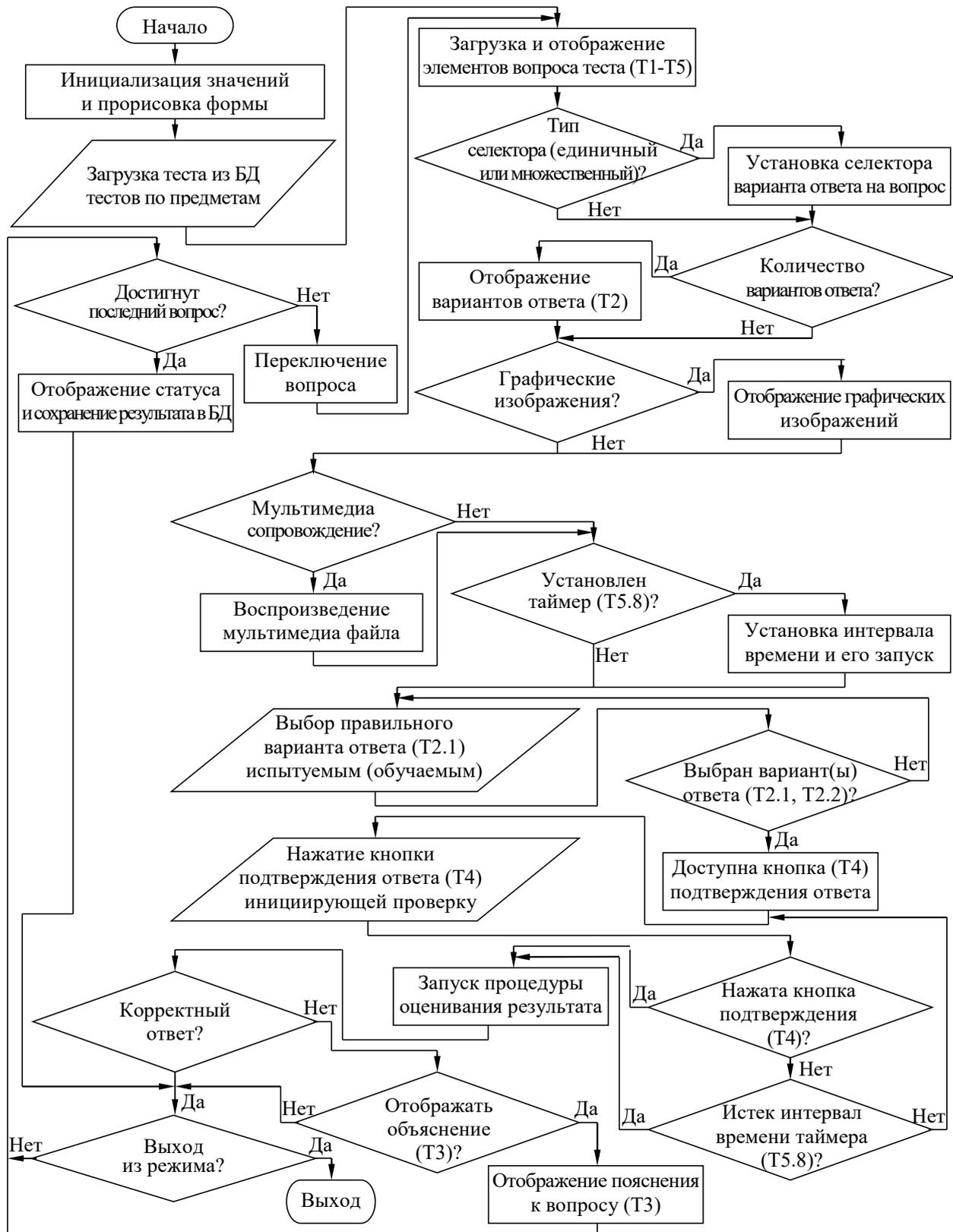


Рис. 6.15. Алгоритм поддержки функционирования режима диагностики для оценки уровня остаточных знаний обучаемого

Тест представляет собой заранее сформированный набор вопросов и ответов, предъявляемых испытуемому в определенной последовательности, которые предполагает выбор нормативно единственно-правильного варианта ответа или нескольких правильных вариантов ответа из совокупности предложенных, а также предполагает ввод испытуемым формулировки правильного ответа в специальное поле.

На рис. 6.16 представлен интерфейс основного ДМ в режиме администрирования, позволяющего модифицировать параметры элементарной вопрос-ответной структуры в составе тестового задания (метода исследования): индикатор текста вопроса (А1) – текстологическое содержание вопроса; селектор вариантов ответа (А2) – текстологическое содержание варианта ответа и признак(и) их корректности; поле для установки номинального(ых) значения(ий) веса(ов) варианта(ов) ответа на вопрос при использовании бальной шкалы точной оценки; селектор количества вариантов (А3) – количество вариантов ответа на вопрос; тип селектора варианта ответа (А4) – переключатель правильного(ых) варианта(ов) ответа на вопрос; графическое изображение (опция не активизирована в данном конструкторе); панель управления БЗ (А5) – навигация в пределах перечня вопросов с возможностью добавления нового, удаления существующего, сохранения модифицированного и отмены сохранения внесенных изменений в один из параметров вопроса; селектор бальной шкалы точной оценки (А6) – подключает использование бальной шкалы на основе весовых коэффициентов (точная шкала); индикатор объяснения (А7) – обеспечивает отображение содержания объяснения в случае неверно данного ответа испытуемым; селектор объяснения (А8) – активизирует возможность отображения объяснения (непосредственное отображение объяснения реализуется в режиме диагностики); область таймера (А9) – позволяет активизировать учет и задать номинальное значение интервала времени для отображения содержания определенного вопроса; область мультимедиа (А10) – обеспечивает возможность активизации воспроизведения звукового потока из файла с определенным наименованием; область шкалы грубой оценки (А11) – интервальная шкала и функция оценивания формируется на основе суммы правильных ответов на вопросы; область шкалы точной оценки (А12) – интервальная шкала и функция оценивания формируется на основе суммы набранных баллов за каждый правильный вариант ответа на вопрос; область групп пользователей (А13) – реализует отображение и модификацию перечня кодификаторов и наименований групп испытуемых; область пользователей (А14) – обеспечивает возможность отображения и модификации перечня испытуемых для последующей регистрации в системе и сохранения исторических данных тестирования; поле статуса испытуемого (А15) – агрегирует набор значений параметров, отражающих: количество (не)верных ответов на вопросы, сумму набранных (штрафных) баллов, (оценку) УОЗО по грубой (точной) шкале на основе суммы правильных ответов на вопросы (суммы набранных баллов за каждый правильный вариант ответа на вопрос) метода исследования (теста).

Форма интерфейса основного ДМ в режиме диагностики представлена на рис. 6.16, обеспечивает прохождение испытуемым цикла автоматизированного тестирования УОЗО посредством выдачи вариантов ответов на множество вопросов различного типа отображаемых в определенной последовательности алгоритмом диагностики. Программная реализация поддерживает смену шкалы и функции оценивания.

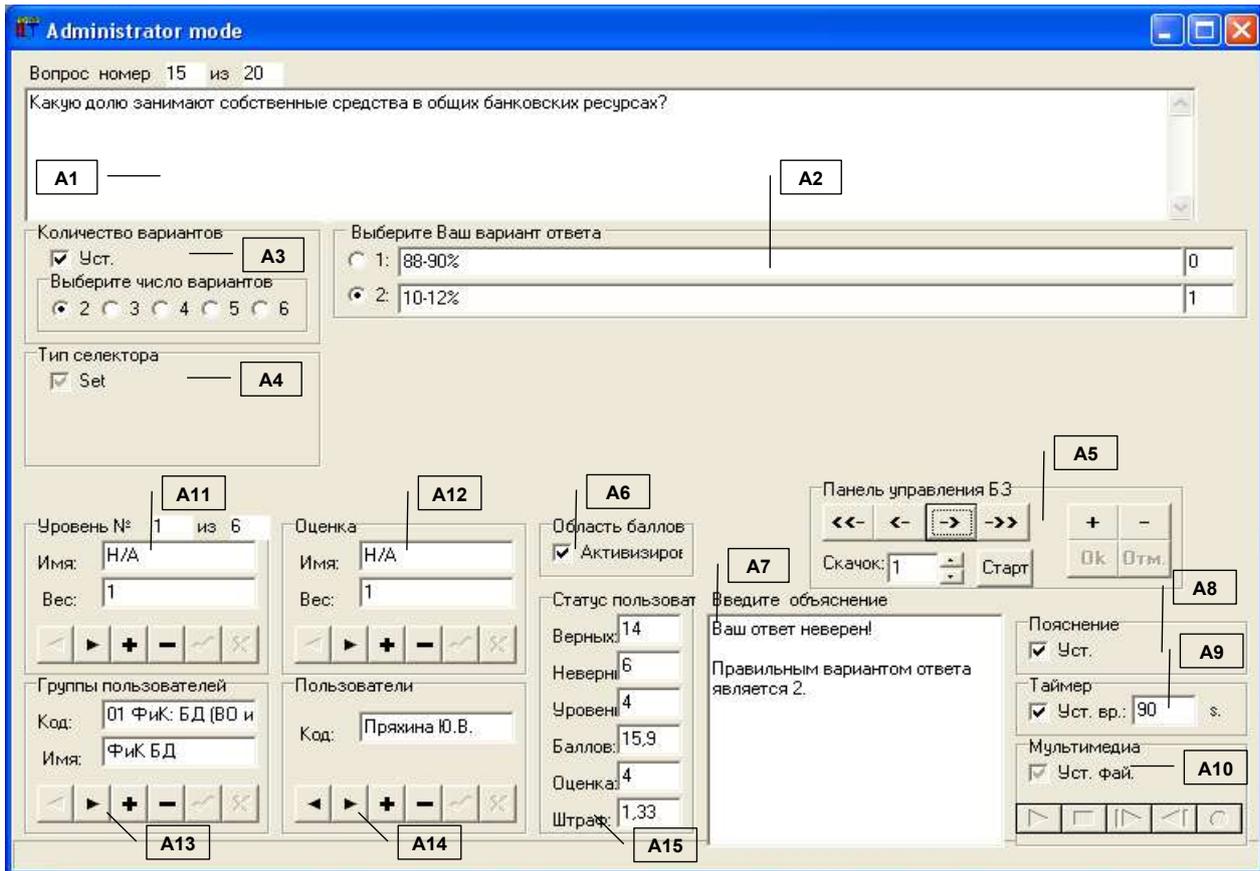


Рис. 6.16. Режим администрирования основного диагностического модуля  
 Форма интерфейса основного ДМ в режиме диагностики представлена на рис. 6.17.

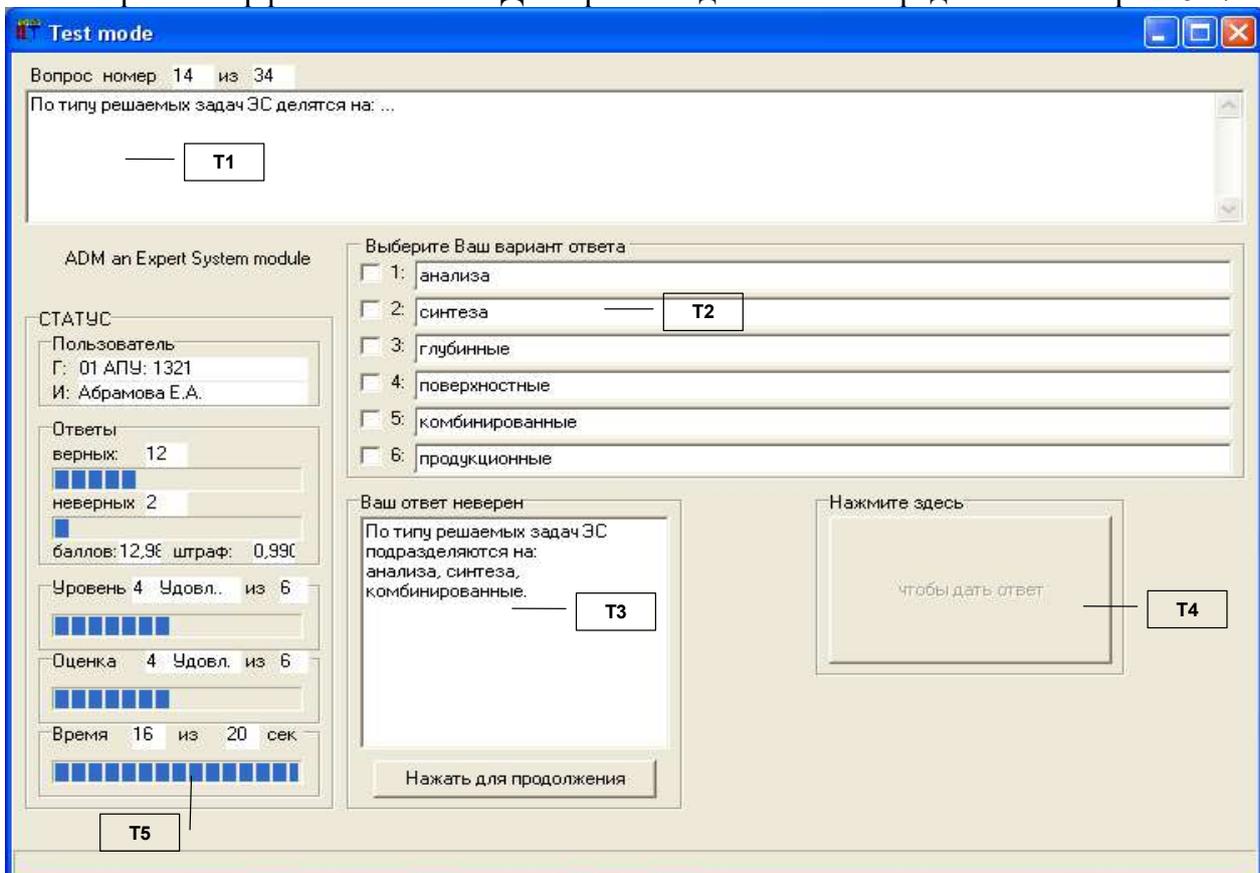


Рис. 6.17. Интерфейс пользователя в режиме диагностики

Непосредственно после отображения задания (рис. 6.17), включающего текстологические содержания вопроса (Т1), вариантов ответа (Т2), объяснения (Т3) испытуемому необходимо ознакомиться с содержанием перечисленных элементов, выбрать корректный(ые) вариант(ы) ответа на вопрос метода исследования (теста), подтвердить выбор и инициировать запуск процедуры проверки посредством нажатия на кнопку (Т4). Если испытуемый дал верный ответ на поставленный вопрос метода исследования (теста), то алгоритмом анализа обеспечивается переход на следующий вопрос. Если ответ испытуемого неверен, то отображается область, содержащая объяснение (Т3). Статус испытуемого (Т5) включает набор значений параметров формируемых в реальном масштабе времени непосредственно в режиме диагностики и сохраняется в БД с апостериорными результатами тестирования (исследования) по факту окончания (принудительного завершения) процедуры тестирования УОЗО.

Предусматриваются две шкалы оценки в программной реализации: грубая (стандартная) – учитывается сумма правильных ответов на вопросы; точная (бальная) – основана на сумме набранных баллов за каждый правильный вариант ответа.

Основной ДМ дублирует возможность диагностики (тестирования) некоторых параметров КМ субъекта обучения, в частности позволяет исследовать параметры лингвистического портрета КМ субъекта обучения: уровень владения национальным или иностранным языком изложения материала, уровень владения ключевыми словами и определениями, уровень владения интерфейсом.

Интерфейс основного ДМ в режиме диагностики уровня владения английским языком представлен на рис. 6.18: для реализации процедуры тестирования испытуемых используется методика «Колчестерского образовательного центра» (Великобритания).

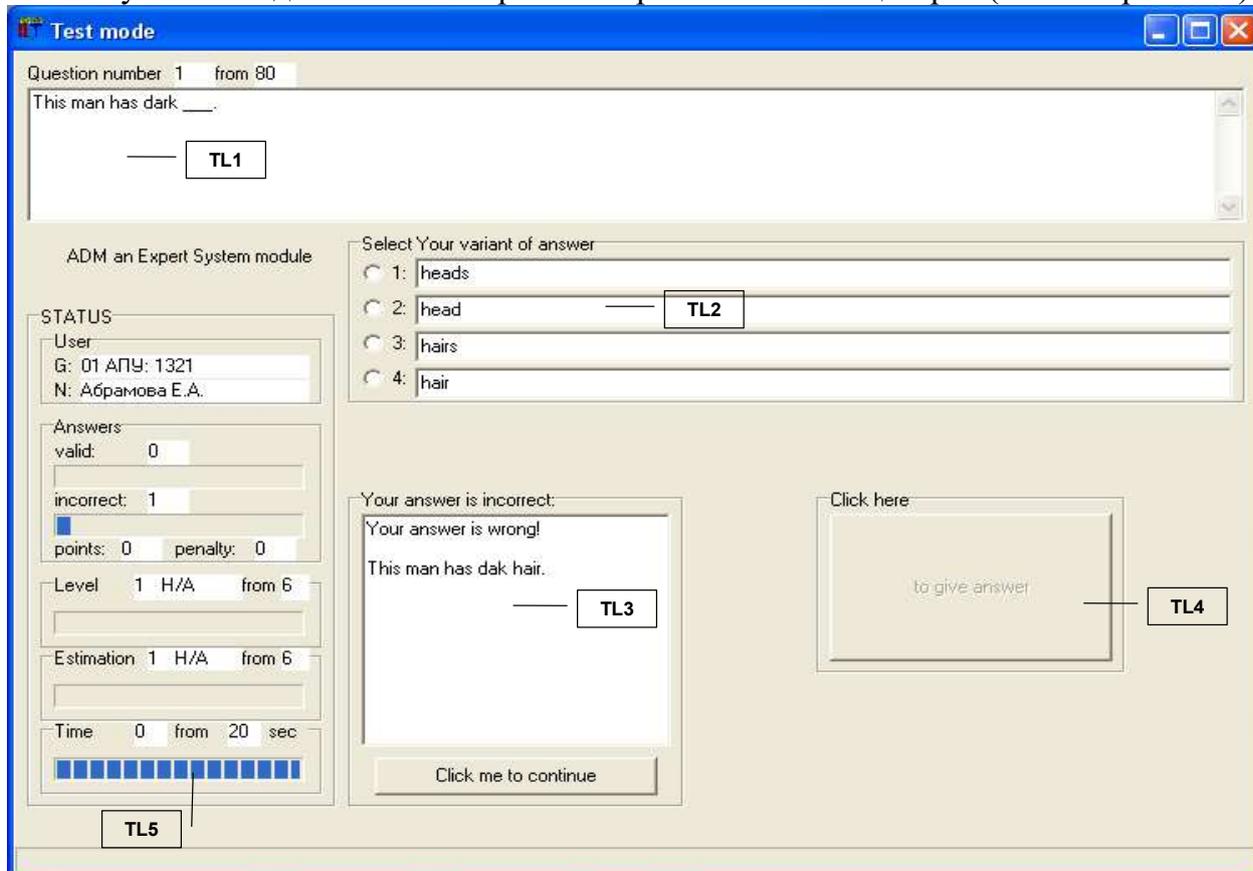


Рис. 6.18. Интерфейсная форма в режиме диагностики уровня владения языком изложения материала

## 6.4. Прикладной диагностический модуль

Данный модуль предназначен для реализации процедуры автоматизированной диагностики индивидуальных особенностей личности контингента обучаемых (ИОЛСО) на основе выборок вопрос-ответных структур содержащихся в БД с тестами ИОЛСО, которые позволяют оценить номинальные значения параметров, входящих в физиологический, психологический и лингвистический портреты КМ субъекта обучения.

Принцип (алгоритм) функционирования прикладного ДМ отражен на рис. 6.19.

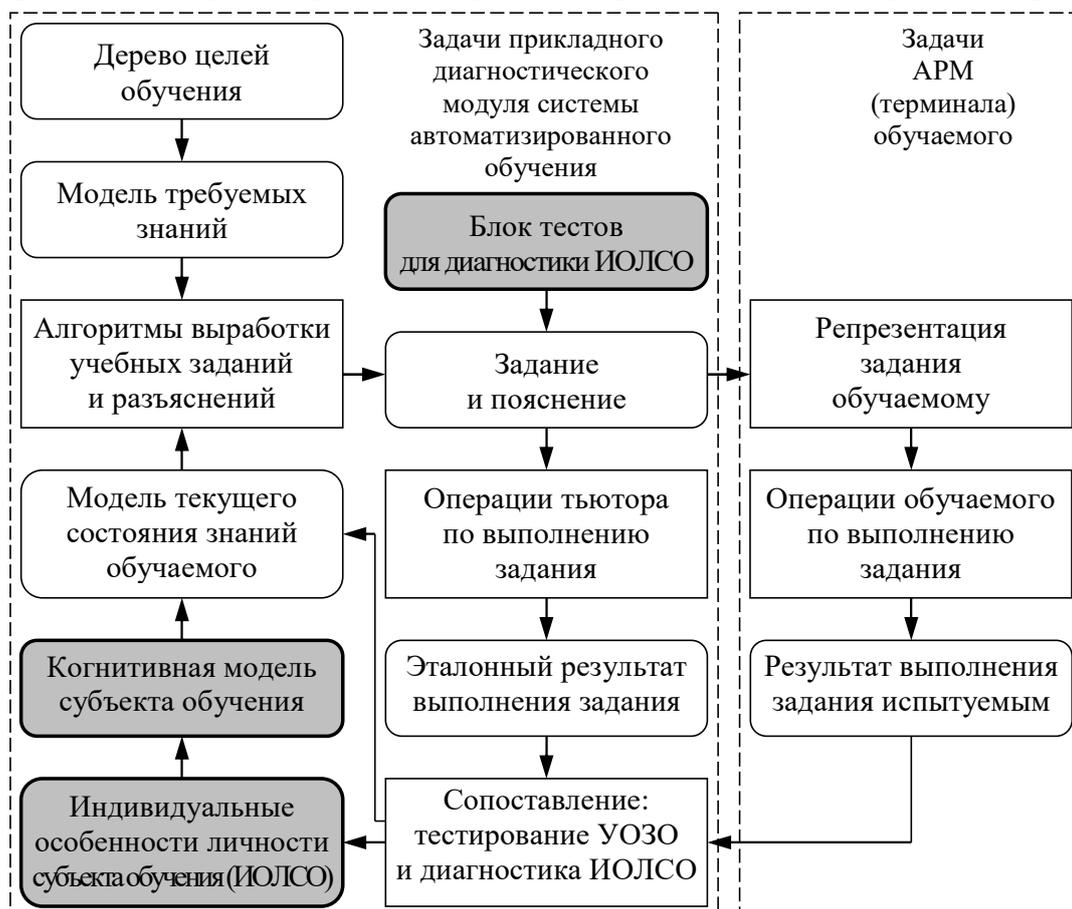


Рис. 6.19. Схема, отражающая принцип (алгоритм) функционирования прикладного диагностического модуля

Согласно представленным схемам принципы (алгоритмы) функционирования основного и прикладного ДМ являются идентичными, но в силу особенностей структуры задания (вопроса) входящего в основу определенного метода исследования (теста) и соответственно специфики реализации конструктора тестов в режиме администрирования имеются существенные отличия, проявляющиеся на алгоритмическом уровне, поэтому программная реализация представленных модулей выполнена отдельно.

Архитектура прикладного ДМ предусматривает использование нескольких независимых конструкторов теста, которые используются независимо друг от друга.

Поскольку прикладной ДМ обеспечивает диагностику значений параметров КМ субъекта обучения, то для исследования каждого из ее портретов подбирается определенный метод диагностики (метод исследования в форме тестирования). При этом алгоритм выработки учебных заданий метода исследования (теста) и интерфейс конструктора в режиме администрирования имеют ряд отличий.

В частности, форма интерфейса прикладного ДМ в режиме администрирования позволяет обеспечить настройку параметров вопрос-ответных структур, входящих в методы исследования цветоощущения Рабкина Е.Б. и Юостовой Е.Н. (физиологический портрет КМ субъекта обучения), предусматривающие набор полихроматических таблиц, которые последовательно предъявляются испытуемому.

Каждое графическое изображение в полихроматической таблице образовано множеством пигментных пятен различного цвета и диаметра, при восприятии которых испытуемый должен идентифицировать определенную геометрическую фигуру или цифру, что позволяет в процессе сопоставления с эталонными вариантами ответа определить степень выраженности аномалии цветоощущения, обусловленной полной или частичной дисфункцией одного из компонентов «колбочкового» аппарата сетчатки глаза:

- нормальный трихромат – аномалии цветоощущения отсутствуют;
- аномальный трихромат – наблюдается незначительная выраженность определенной аномалии при восприятии цветов полихроматического спектра;
- полный или частичный дихромат – полностью или частично отсутствует восприимчивость по отношению к определенному цвету;
  - протаноп – не способен различать красный и оттенки красного цвета (частая патология);
  - дейтераноп – не способен регистрировать зеленый и оттенки зеленого цвета;
  - тританоп – вместо фиолетового и оттенков синего видит оттенки серого цвета.

На рис. 6.20 представлен интерфейс прикладного ДМ в режиме администрирования набора заданий, входящих в метод исследования (тест) цветоощущения.

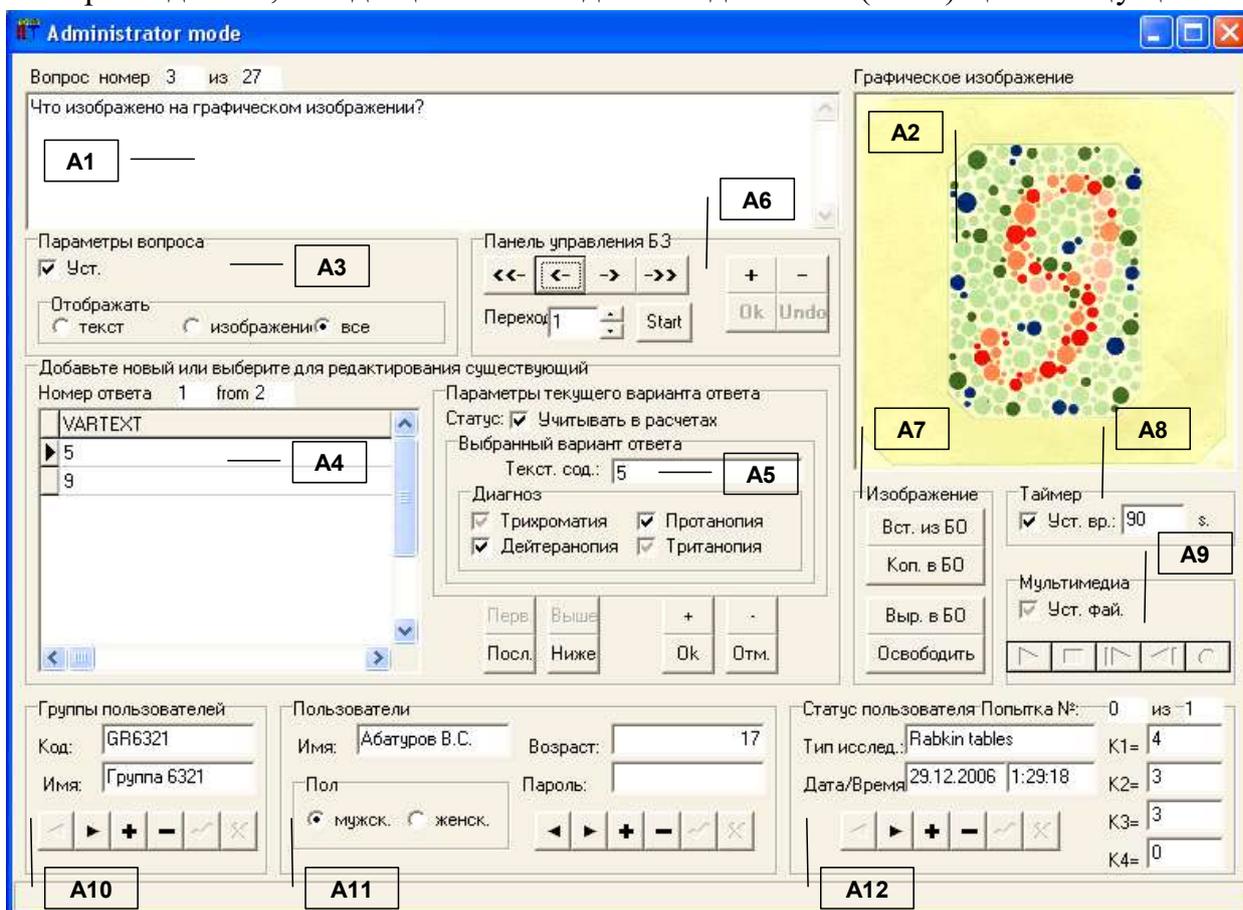


Рис. 6.20. Режим администрирования прикладного диагностического модуля

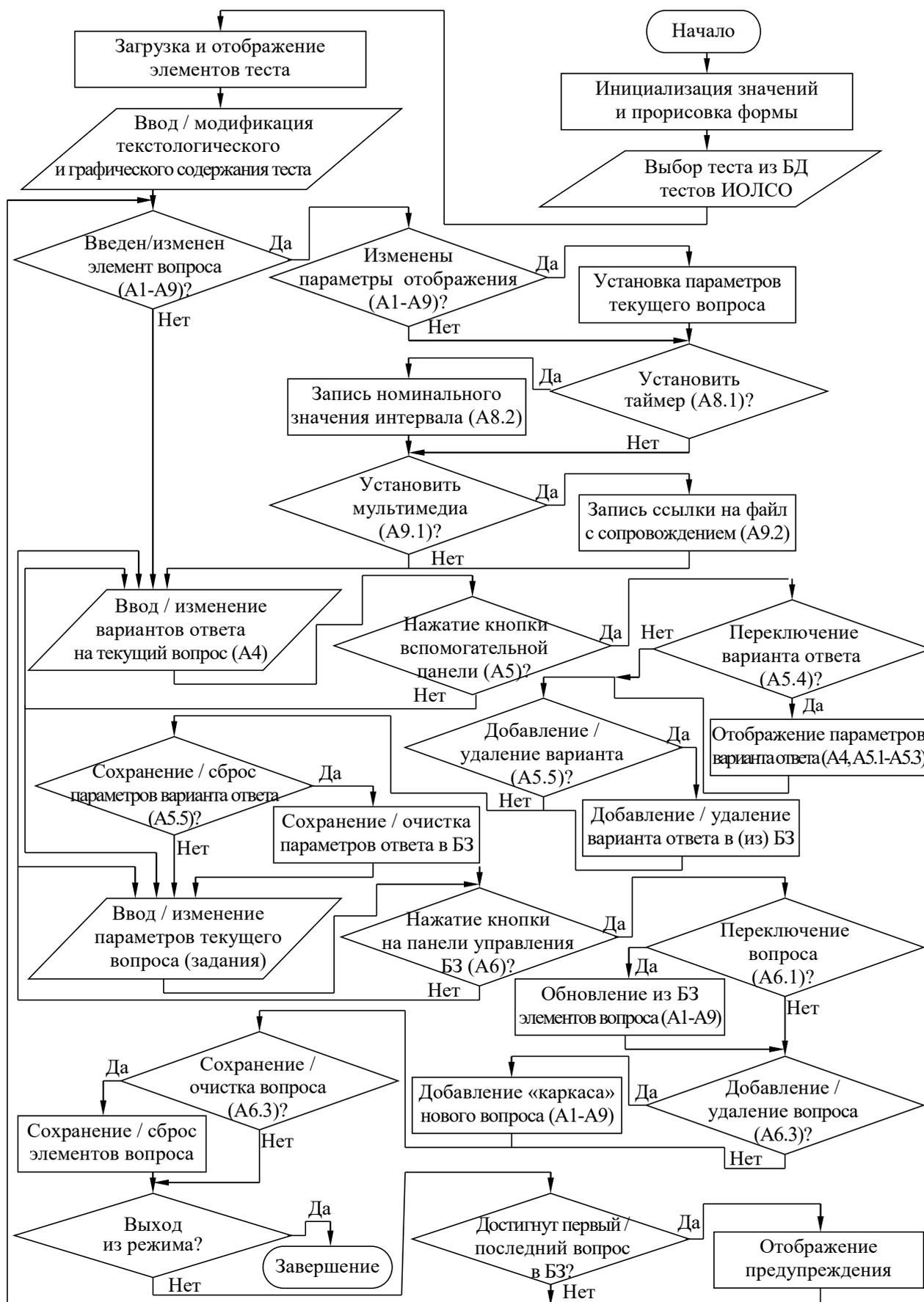


Рис. 6.21. Алгоритм, отражающий принцип функционирования прикладного диагностического модуля в режиме администрирования вопросов теста

Управление БД методов исследования (тестов) реализуется в режиме администрирования прикладного ДМ посредством конструктора теста (метода исследования), позволяющего установить и модифицировать параметры каждой вопрос-ответной структуры: индикатор вопроса (Т1) – текстологическое содержание вопроса метода исследования; индикатор графического изображения вопроса (Т2) – предназначено для сохранения графического объекта; индикатор вариантов ответа на вопрос (Т3) – текстологическое содержание перечня вариантов ответа на вопрос метода исследования (теста); панель управления вариантами ответа испытуемого на вопрос (Т4) – поле ввода варианта ответа испытуемого, подлежащего добавлению в перечень вариантов ответа и позволяющее удалять один из ранее введенных вариантов ответа; кнопка регистрации и проверки ответа (Т5) – нажатие на кнопку инициирует запуск процедуры проверки введенного перечня вариантов ответа испытуемого на вопрос и переход к след. вопросу; индикатор статуса испытуемого (Т6) – отображает идентификатор группы, Ф.И.О. испытуемого, оставшееся время, отведенное испытуемому для ответа на вопрос, номинальные значения коэффициентов свидетельствующих о степени выраженности у испытуемого определенной (полной или частичной) аномалии цветоощущения ( $K_1$  – трихроматия,  $K_2$  – протанопия,  $K_3$  – дейтеранопия и  $K_4$  – тританопия); строка статуса программы (Т7) – отображает испытуемому назначение выделенного определенного элемента интерфейса программной реализации прикладного ДМ.

На рис. 6.22 представлен интерфейс прикладного ДМ в режиме диагностики.

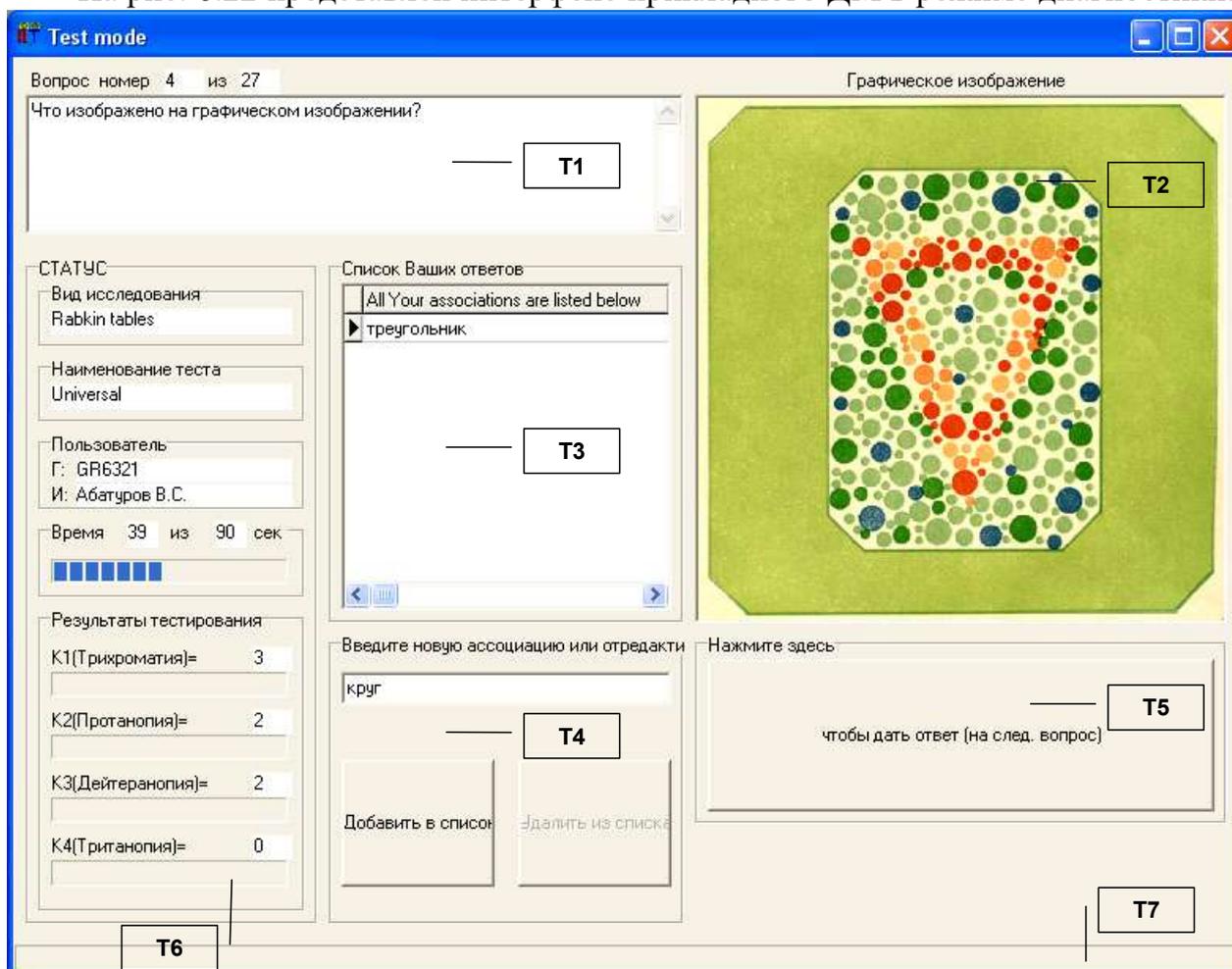


Рис. 6.22. Интерфейс пользователя при работе в режиме диагностики

Алгоритм функционирования прикладного ДМ в режиме диагностики на рис. 6.23.

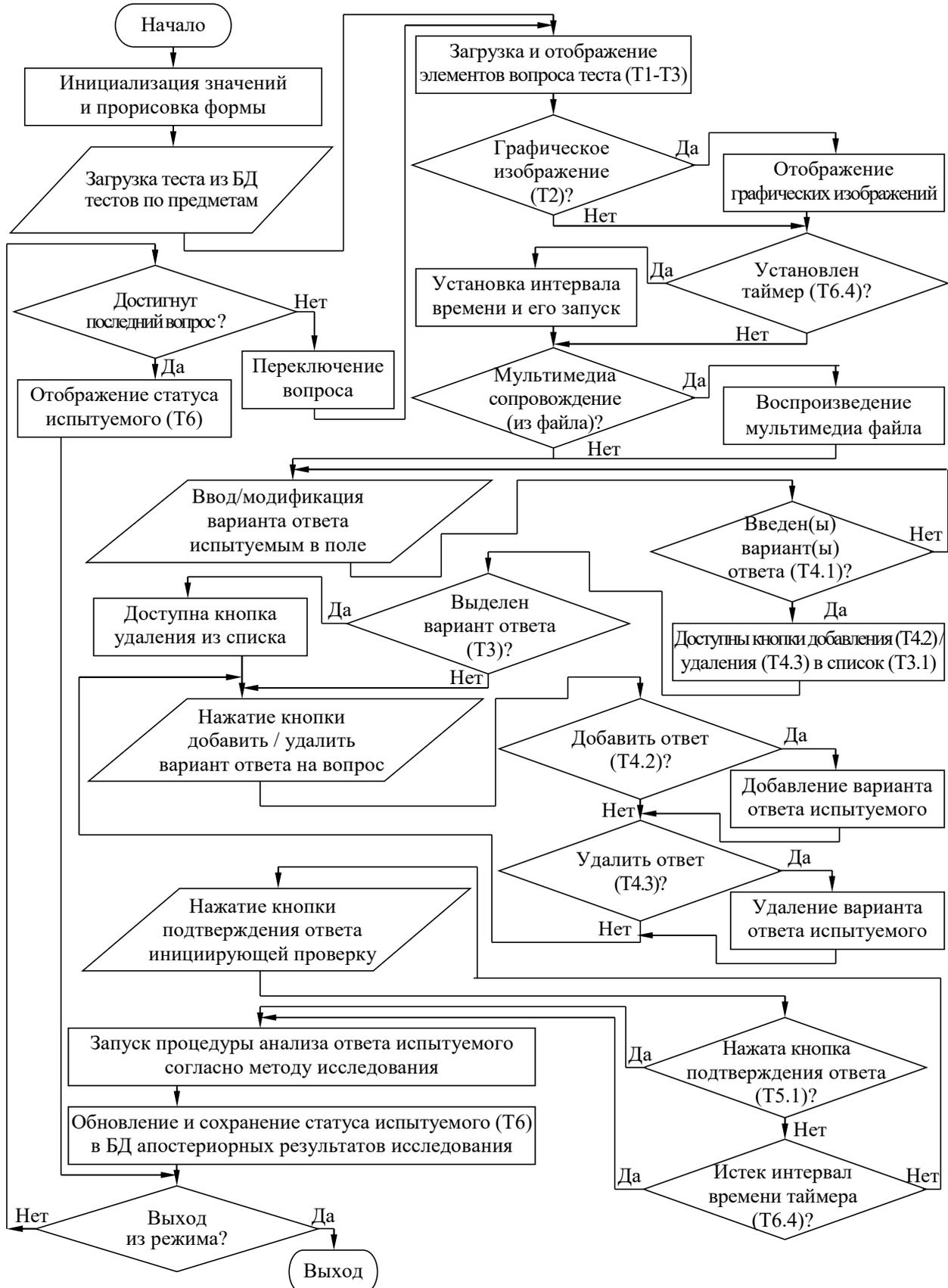


Рис. 6.23. Алгоритм, отражающий принцип функционирования прикладного диагностического модуля в режиме диагностики ИОЛСО

Метод исследования Р. Амтхауэра (рис. 6.24) обеспечивает последовательное предъявление испытуемому набора вопрос-ответных структур тестовых заданий (метода исследования), сгруппированных по субтестам (блокам вопросов): «Логический отбор, дополнение предложений», «Поиск общих признаков, исключение слова», «Поиск вербальных аналогий», «Классификация понятий, обобщение», «Арифметические задачи», «Числовые ряды», «Внимание и память», «Выбор фигур» и «Кубики», которые в процессе решения обеспечивают активизацию определенных видов интеллектуальной активности в процессе мыслительной деятельности (вербальное рассуждение, вербальное абстрагирование, вербальная комбинаторика, понятийное суждение, арифметический счет, арифметический индуктивный вывод, концентрация внимания и мнемоника, плоскостное воображение и объемное мышление).



Рис. 6.24. Структура метода исследования конвергентных интеллектуальных способностей Р. Амтхауэра

В зависимости от количества правильных ответов на вопрос набранных в отдельно взятом субтесте метода исследования динамически производится измерение уровня развития различных структурных компонентов интеллекта как латентного свойства психофизиологического конструкта головного мозга испытуемого непосредственно (вербальный интеллект, индуктивное речевое мышление, вербальные комбинаторные способности, способность к рассуждению, аналитическое мышление, индуктивное арифметическое мышление, кратковременная и долговременная память, плоскостное мышление и объемное мышление).

На рис. 6.25 представлена форма интерфейса программной реализации конструктора тестов прикладного ДМ в режиме администрирования параметров вопрос-ответных структур, входящих в метод исследования конвергентных интеллектуальных способностей Р. Амтхауэра (непосредственно психологический портрет КМ субъекта обучения).

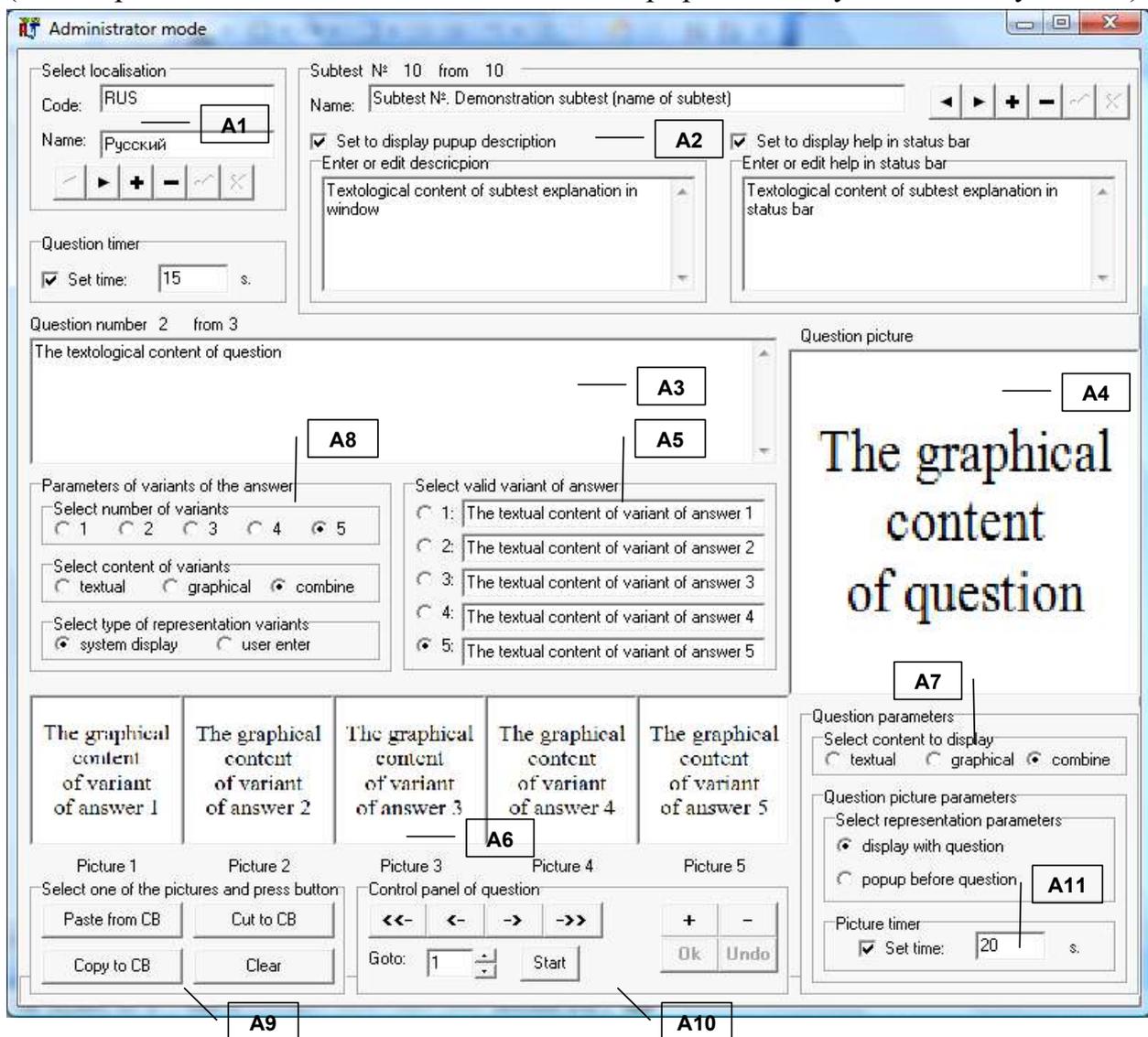


Рис. 6.25. Разработанная структура окна интерфейса в режиме администрирования прикладного диагностического модуля

Представленный конструктор на рис. 6.25 обеспечивает ввод и модификацию различных элементов входящих в основу вопрос-ответной структуры каждого задания из субтеста: индикатор локализации (А1) – позволяет изменить перечень наименований и кодификаторов локализаций; индикатор субтестов (А2) – позволяет установить статус отображения и текстологическое содержание описания субтеста метода исследования (отображается в режиме диагностики перед началом каждого блока вопросов) и справочной информации (отображается в режиме диагностики в строке статуса); индикатор текстологического содержания вопроса (А3) – текст вопроса метода исследования; индикатор графического содержания вопроса (А4) – отображает рисунок вопроса; индикатор текстологического содержания вариантов ответа (А5) – позволяет ввести текст перечня возможных вариантов ответа на вопрос и установить признак их корректности; индикатор графического содержания вариантов ответа (А6) – позволяет ввести рисунки перечня возможных вариантов ответа на вопрос метода исследования (теста); панель параметров вопроса (А7) – позволяет установить параметры вопроса, включающие: тип контента (текст, графическое изображение и комбинированный), способ отображения рисунков вопроса (до текста в отдельном окне, параллельно текстом), интервал отображения; панель параметров вариантов ответа на вопрос (А8) – позволяет установить количество вариантов ответа на вопрос, тип контента (только текст, только графика и комбинированный) и способ отображения вариантов ответа на вопрос (отображает система, вводит пользователь); панель управления графическими объектами (А9) – позволяет реализовать вставку, копирование и вырезание рисунка (А2) по отношению к буферу обмена, либо очистку содержимого поля; панель управления БД (А10) – реализует непосредственно переход на первый, предыдущий, следующий, последний и произвольный вопрос, позволяет добавлять и удалять вопросы, сохранять и отменять изменения внесенные в поля А3-А8.

Сущность исследования дивергентных интеллектуальных способностей субъектов обучения (рис. 6.26) сводится к диагностике вербальной и образной креативности посредством использования двух методов исследования (Медника С.А. и Торренса Е.П.), каждый из которых предназначен для двух возрастных категорий: подростков и взрослых.

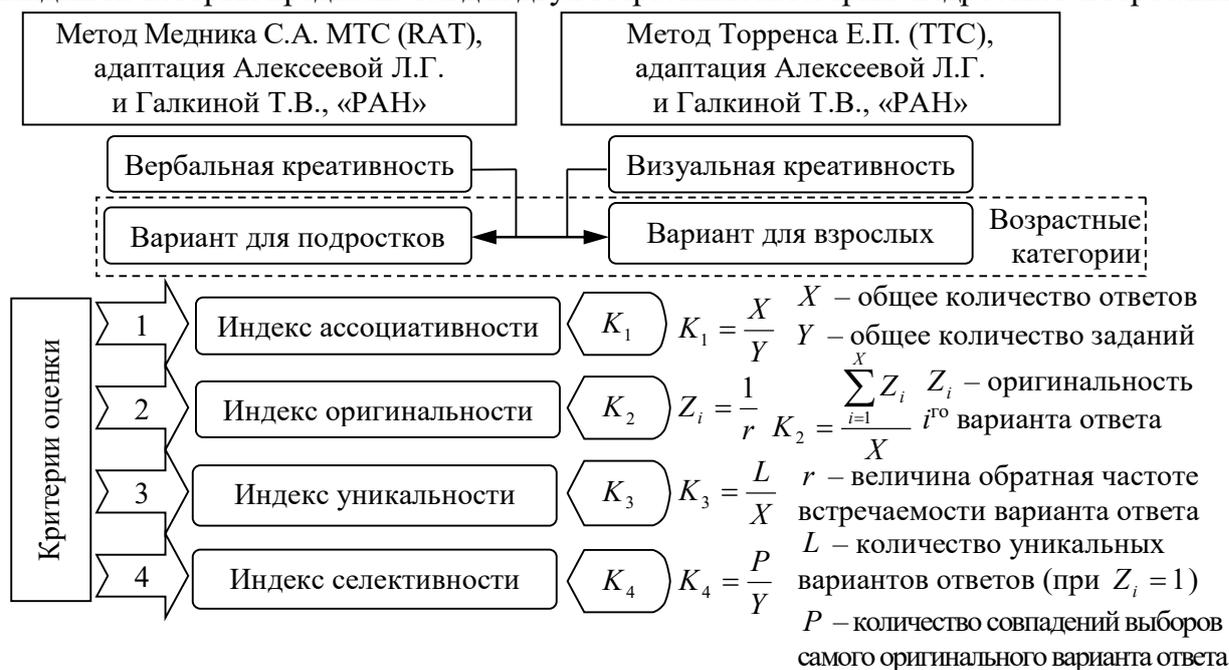


Рис. 6.26. Структура методов исследования вектора дивергентных интеллектуальных способностей (две возрастные категории)

Прикладной ДМ (рис.6.27) в режиме администрирования параметров теста, позволяет реализовать автоматизацию исследования образной креативности по методу исследования Торренса Е.П. и включает совокупность элементов реализующих отображение, редактирование и управление при работе пользователя, которые обозначены литерами с буквенно-цифровыми идентификаторами: индикатор текста вопроса (A1) – содержит текстологическое содержание формулировки вопроса; индикатор рисунка (A2) – отображает графическое содержание визуального стимула; панель управления БД (A3) – реализует переход на первый, предыдущий, следующий, последний и произвольный вопрос, позволяет добавлять и удалять вопросы, сохранять и отменять изменения внесенные в поля A1, A2, A4, A5, A6, A8, A9; панель параметров отображения вопроса (A4) – позволяет указать элементы вопроса: текстологическое содержание (A1), графическое содержание (изображение) (A2), все элементы; индикатор вариантов ответа (A5) – позволяет редактировать перечень возможных вариантов ответа на текущий вопрос и модифицировать статус (A6) учета определенного варианта ответа в расчетах значений коэффициентов; панель управления графическим объектом (A7) – позволяет реализовать вставку, копирование и вырезание графического изображения (A2) по отношению к буферу обмена, либо очистку содержимого поля; таймер (A8) – позволяет установить номинальное значение отражающее величину интервала времени на выработку испытуемым ответа на вопрос; мультимедиа (A9) – позволяет ввести имя файла с аудио-потокком сопровождающим отображение вопроса.

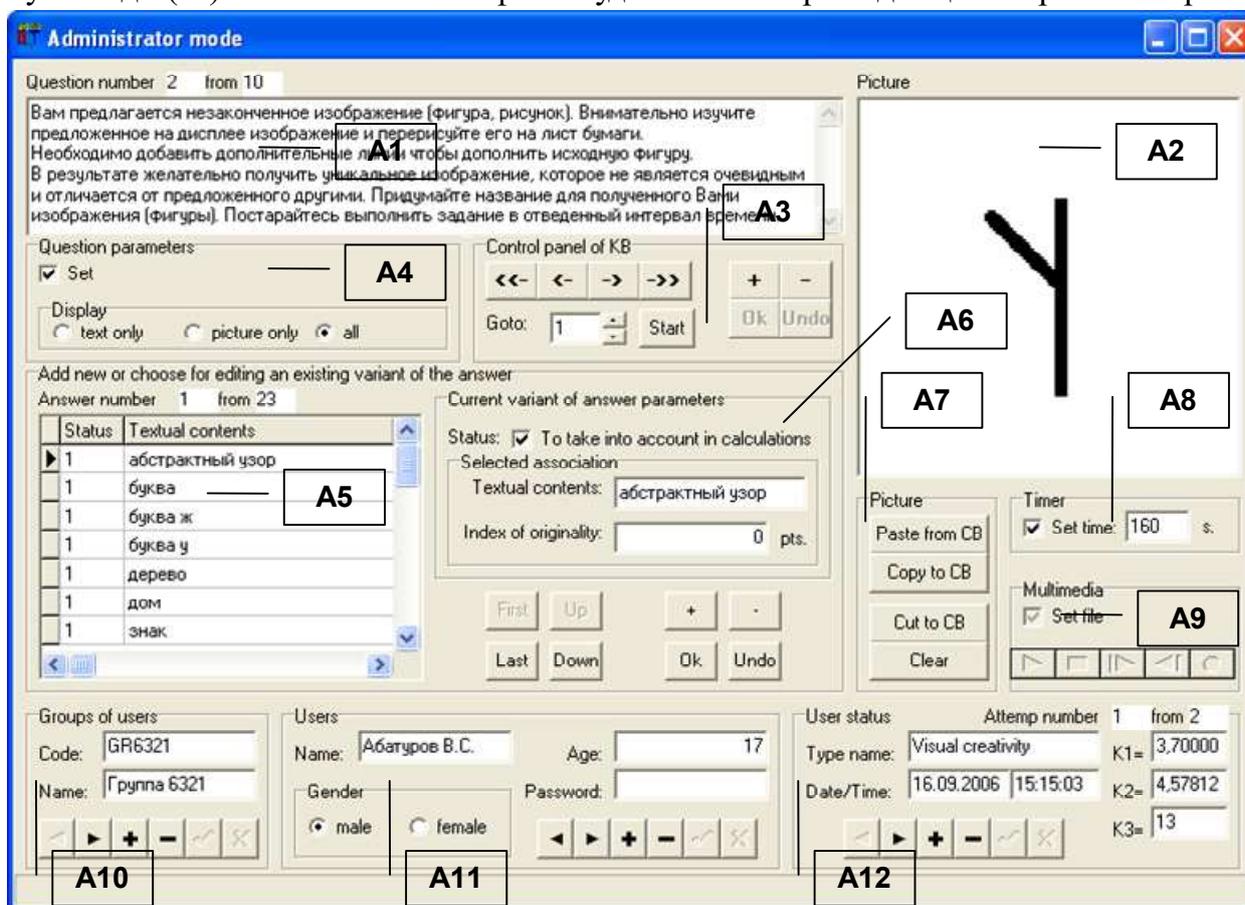


Рис. 6.27. Интерфейс прикладного диагностического модуля в режиме администрирования заданий в основе метода исследования образной креативности

Диагностика вербальной креативности реализуется на основе метода исследования Медника С.А. в адаптации Галкиной Т.В. («"ИП" "РАН"») посредством прикладного ДМ.

На рис. 6.28 представлен интерфейс прикладного ДМ в режиме диагностики вербальной креативности испытуемого на основе метода исследования Медника С.А., включающий несколько групп элементов, реализующих управление: индикатор вопроса (A1) – отображает текстологическое содержание вопроса; индикатор вариантов ответа (A2) – отображает перечень отдаленных ассоциаций, выступающих вариантами ответа на один предъявленный вербальный стимул; панель вариантов ответа (A3) – позволяет ввести вариант ответа испытуемого, добавить его или удалить предварительно выделенный ответ в ранее сформированном перечне (A2); кнопка подтверждения (A4) – нажатие инициирует запуск процедуры проверки введенных ранее испытуемым вариантов ответа и реализует переход к следующему вопросу; индикатор статуса пользователя (A5) – отображает тип исследования, номер группы и Ф.И.О. испытуемого, номинальное значение декрементирующегося интервала времени, отведенного испытуемому на выработку ответа на вопрос, а также номинальные значения коэффициентов, отражающих параметры метода исследования.

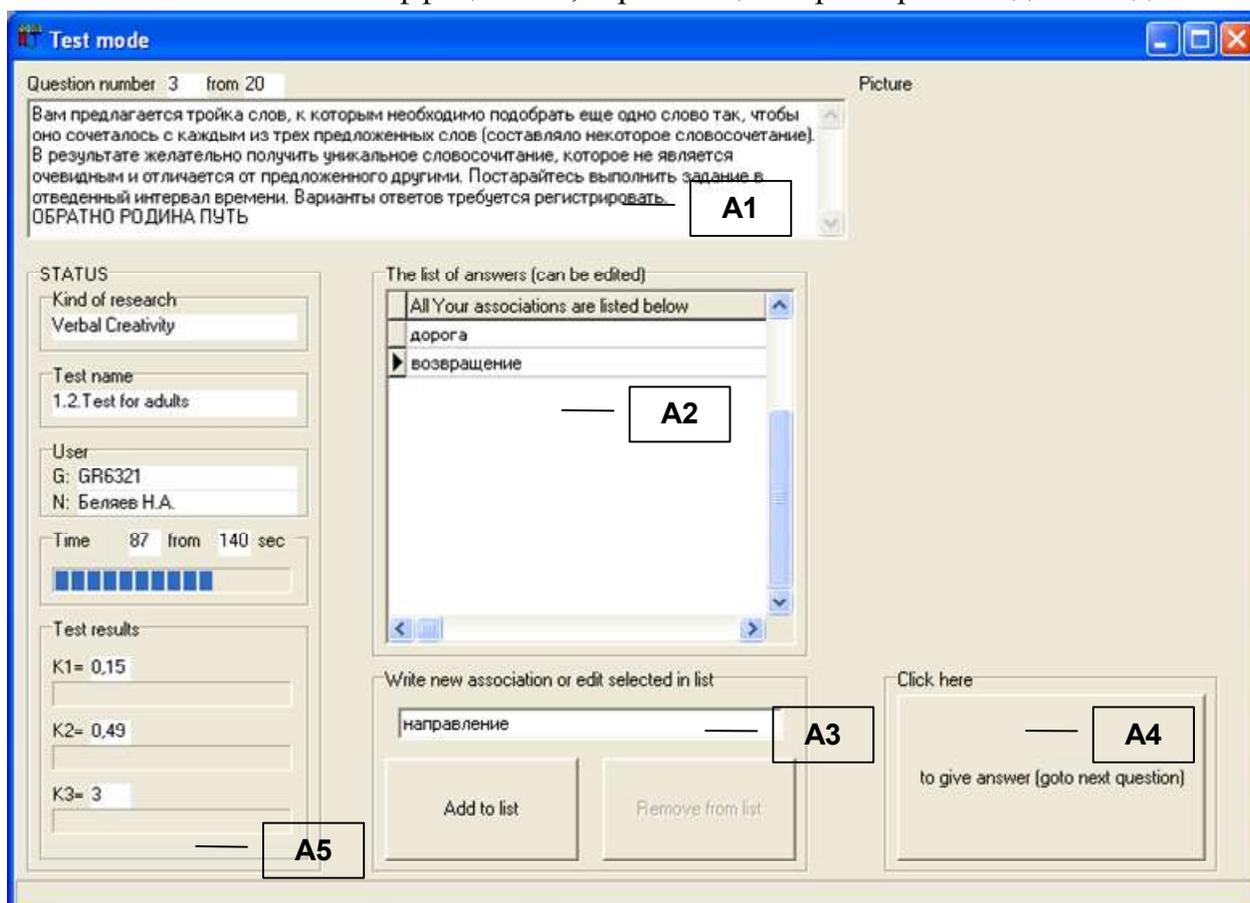


Рис. 6.28. Интерфейс прикладного диагностического модуля в режиме диагностики вербальной креативности

Полученные в ходе автоматизированной диагностики значения коэффициентов регистрируются непосредственно в БД и подлежат дальнейшей математической обработке с использованием различных статистических методов анализа.

К достоинствам современного программного обеспечения для автоматизации исследования ИОС посредством различных методов психо-диагностики относят:

- автоматизация процесса планирования, организации, постановки, проведения экспериментальных исследований и обработки апостериорных данных посредством использования современных программных средств на основе ИКТ;
- возможность моделирования различных факторов воздействия в ходе проведения эксперимента в детерминированных (заранее определенный набор и последовательность ОВ, которые генерируются алгоритмами средств обучения) или стохастических условиях ИОС (ОВ подбираются случайным образом, но с учетом потенциальных возможностей используемых средств обучения);
- поддержка модификации параметров алгоритма ДМ и шкал процедуры оценивания, которые реализуют процесс тестирования ИОЛСО и УОЗО;
- обеспечение возможности (ре)конструирования последовательности вопрос-ответных структур и параметров их отображения, находящихся в БД с тестами УОЗО и ИОЛСО, которые содержат разные методы исследования;
- автоматизация рутинных и систематически повторяемых операций в процессе тестирования по отношению к каждому испытуемому (подготовка эксперимента; предварительное ознакомление с содержанием каждого из заданий подлежащих выполнению испытуемому; проведение процедуры тестирования или серии экспериментов; регистрация в БД и обработка бланков с апостериорными данными; формирование выборок данных, в частности дисперсионных комплексов);
- одинаковый для всех испытуемых набор значений параметров алгоритма автоматизированной диагностики обеспечивает однородность условий тестирования, что иногда не достижимо при традиционном предъявлении заданий;
- обеспечивается высокая точность регистрации множества возможных реакций (ответов) каждого испытуемого в ходе процедуры диагностики;
- появляется возможность регистрации и ретроспективного анализа последовательности действий каждого испытуемого в ходе выработки решения;
- появляется возможность (ре)конструирования содержания и местоположения полей расположенных на бланке индивидуальной карточки испытуемого, предназначенных для внесения полученных ответов, промежуточных результатов в процессе выработки решения и результирующих значений коэффициентов характеризующих ключевые показатели подлежащие измерению;
- рекомбинация групп ключевых показателей и их значений с целью обеспечения возможности использования различных методов статистического анализа с учетом имеющихся ограничений, рекомендаций и допущений;
- расширяются возможности практического использования современных математических методов статистической обработки и анализа апостериорных данных, появляется возможность модернизации методов исследования (тестов);

- обеспечивается возможность создания локализаций для определенного географического региона и адаптаций исходных методов исследования с учетом стратификации контингента испытуемых обусловленной их неоднородностью (профессиональной, половой, возрастной и прочей дифференциации социальных субъектов), что позволяет расширить сферу использования исходных и модифицированных методов исследования посредством их тиражирования для реализации автоматизированной диагностики на основе достижений в области ИТ;
- реализуется возможность обеспечения высокой степени конфиденциальности результатов полученных в ходе процедуры тестирования УОЗО и ИОЛСО;
- существенно снижается себестоимость обследования контингента испытуемых, упрощается реализация хранения, обработки и поиска апостериорных данных накопленных в ходе процедуры автоматизированной диагностики;
- создаются оптимальные условия для применения различных экспресс-методов диагностики, позволяющих получить приближенные значения ключевых показателей с минимальными временными издержками;
- автоматизированные средства реализации диагностики позволяют частично решить проблему коммуникативного барьера иногда возникающего в процессе общения между экспериментатором и испытуемым (наблюдается снижение влияния защитных механизмов у испытуемого), но иногда имеет место существенное снижение значений показателей (отсутствие предрасположенности у некоторых испытуемых к проведению контрольных мероприятий в форме тестов), что обуславливает необходимость предварительного анализа контингента испытуемых и обеспечение мотивации в ходе диагностики;
- появляется возможность активизации «игровой» мотивации у испытуемого (оформление теста в виде игры), что существенно повышает интерес испытуемых, привлекательность теста и достоверность полученных результатов;
- автоматизированные средства диагностики позволяют решить проблему сопоставимости апостериорных данных полученных посредством использования различных методов исследования, а также обеспечить интерпретацию значений показателей и выявленных тенденций, зависимостей и закономерностей;
- становится возможным проведение ретроспективного анализа поведения испытуемого (набор его действий и реакций системы) непосредственно в ходе процедуры автоматизированной диагностики с учетом многих параметров характеризующих условия проведения обследования при организации виртуального удаленного диалога в коммуникационной среде “Ethernet” / “Internet”;
- средства анимации и компьютерной графики позволяют обеспечить визуализацию процесса диагностики посредством использования статических и динамических, а также плоских и объемных графические схем и изображений;
- тестирование позволяет оценить УОЗО, выработанных умений и навыков.

## **7. Статистическое обоснование практического использования полученных результатов**

Технология адаптивного формирования знаний способствует созданию оптимальных условий для обеспечения повышения эффективности (результативности) информационного взаимодействия между образовательными средствами и субъектами обучения с учетом их индивидуальных особенностей и способностей (физиологических, психологических, лингвистических и других), в частности, позволит обучаемому повысить результативность обучения (УОЗО), а преподавателю или консультанту – гибкий мониторинг и управление учебным процессом (на расстоянии) посредством ПО различного назначения.

Предлагаемая ТКМ позволяет провести системный анализ ИОС, построить КМ, обеспечить реализацию контура адаптации на основе БПКМ, а также оценить эффективность индивидуально-ориентированного формирования знаний обучаемых.

В данной главе предполагается обеспечить постановку и проведение серии экспериментов направленных на обоснование эффективности использования ТКМ в ИОС и обосновать достоверность полученных научных (теоретических и практических) результатов, полученных в ходе параллельной работы над диссертацией.

Результаты эксперимента позволят сделать качественный вывод о причинах затруднений обучаемых, структурных элементах УМК, которые формируются в соответствии с принятой организационной моделью обучения, а также оценить эффективность функционирования компьютерных средств обучения реализованных с использованием достижений новых ИТ в основе автоматизированной ИОС.

Апробация инновационных алгоритмов в основе адаптивных средств обучения и ИОС обуславливает учет МТЗ, формируемой преподавателем (предмет педагогики) и инициирует необходимость структурирования содержания предмета изучения на совокупность связанных между собой информационных фрагментов (модулей) представляемых обучаемым различными способами в определенной последовательности с целью последующего наполнения БД автоматизированного средства обучения (ЭУ). При этом каждый модуль ЭУ дополнительно содержит структурированную последовательность эталонных вопрос-ответных структур для реализации текущего, рубежного и итогового контрольного тестирования УОЗО.

Анализ результатов эксперимента позволит выделить пути дальнейшего совершенствования технологий обучения и модернизировать методики оценки УОЗО. В основу современных технологий автоматизированного обучения и тестирования положено разбиение материала и тестовых заданий относящихся к модулю предмета изучения по принципу постепенного наращивания уровня сложности, что позволяет каждому обучаемому эффективно реализовать постепенное (итеративное) изучение информационных фрагментов дисциплины и объективно оценить УОЗО.

Возникновение различных объективных и субъективных трудностей в процессе формирования знаний обучаемого приводит к снижению эффективности (результативности) обучения и существенному увеличению временных издержек на всех его технологических этапах.

Предлагаемый подход предполагает модификации в организации ИОС системы АДО, позволяет реализовать индивидуально-ориентированную модель обучения предполагающую учет ИОЛСО и потенциальных возможностей средств обучения.

При рассмотрении вопроса повышения качества и оценки эффективности функционирования ИОС системы АДО используют различные критерии оценки, основанные на большом количестве показателей, среди которых можно выделить:

- потенциальная многовариантность прохождения образовательной траектории обучаемым – обусловлена техническими возможностями коррекции последовательности отображения информации (информационных фрагментов) и элементами навигации;
- информативность ОВ – определяется количеством информации содержащейся в информационных фрагментах и уровнем сложности изложения содержания;
- возможность регулирования параметров визуальной репрезентации информационных фрагментов (фон, шрифт и схема отображения) и реализация учета аномалий сенсорного восприятия зрительным анализатором;
- возможность регулирования параметров звуковой репрезентации информации (громкость, тембр и схема воспроизведения звукового потока);
- выбор вида отображения информационных фрагментов (текст, таблица, плоская схема, объемная схема и звуковой поток);
- стиль и особенности репрезентации информации (целостное или детализированное представление, автоматическое или ручное переключение, постоянный или переменный тип ОВ, глубокая конкретизация или абстрактное изложение, когнитивная простота или сложность изложения, широкий или узкий набор ключевых слов и определений, набор элементов интерфейса);
- установка скорости представления информации (высокая и низкая);
- выбор методики и технологии проведения тестирования УОЗО;
- обеспечение дружелюбности виртуального диалога и языка общения (алгоритм представления материала, набор элементов интерфейса автоматизированных средств обучения и уровень изложения материала);
- гибкость виртуального диалога (степень соответствия естественному диалогу, способ ввода и вывода информации, отображения ошибок и объяснений).

Специфика информационного взаимодействия субъектов и средств обучения ИОС системы АДО и уровень развития образовательных ИТ обуславливают необходимость рассмотрения ряда научных областей: психофизиология – особенности восприятия информационных сигналов зрительной и слуховой сенсорными системами органической особи (человека); когнитивная психология – специфика обработки информации психологическим конструктом головного мозга органической особи (человека), прикладная (когнитивная) лингвистика – понимание содержания информационных фрагментов отражающих содержание дисциплины.

## **7.1. Факторы влияющие на эффективность формирования знаний обучаемого в автоматизированной образовательной среде**

Специфика и план организации эксперимента сводятся к обеспечению оценки влияния значений параметров КМ на результативность (эффективность) формирования знаний обучаемого в ИОС системы АДО, а также подтверждению истинности и работоспособности принципов, методов и алгоритмов, разработанных параллельно в диссертации.

Интерес представляет оценка взаимного и отдельного влияния факторов на результативность (эффективность) процесса формирования знаний обучаемого.

При использовании ТКМ в ИОС оценка УОЗО ( $Y_i$ ) может рассматриваться как критерий результативности (эффективности) обучения (на расстоянии) и является результатом комплексного воздействия различных факторов, которые можно дифференцировать по отношению к субъекту и средству обучения:

1. Группа факторов, обусловленная ИОЛСО при восприятии, обработке и понимании информационных фрагментов:
  - физиологические факторы – влияние особенностей восприятия информации зрительной и слуховой сенсорными системами: *наличие / отсутствие аномалий рефракции* (астигматизм –  $K_1$ , миопия –  $K_2$  и гиперметропия –  $K_3$ ); *наличие / отсутствие аномалий восприятия* (острота зрения –  $K_4$ , поле зрения –  $K_5$  и оценка расстояния –  $K_6$ ); *наличие / отсутствие аномалий цветоощущения* (ахромазия –  $K_7$ , протанопия –  $K_8$ , дейтеранопия –  $K_9$  и тританопия –  $K_{10}$ ); *нарушения функций наружного, среднего или внутреннего уха* (абсолютная чувствительность слуховой сенсорной системы –  $K_{11}$ , пороги чувствительности –  $K_{12}$  и максимальная чувствительность –  $K_{13}$ );
  - психологические факторы – влияние специфики обработки информации: *уровень развития конвергентных интеллектуальных способностей* (вербальный интеллект –  $K_{14}$ , дедуктивное мышление –  $K_{15}$ , комбинаторные способности –  $K_{16}$ , способность к рассуждению –  $K_{17}$ , аналитическое мышление –  $K_{18}$ , индуктивное мышление –  $K_{19}$ , мнемоника и память –  $K_{20}$ , плоскостное мышление –  $K_{21}$  и объемное мышление –  $K_{22}$ ); *уровень развития вербальной креативности* (индекс ассоциативности –  $K_{23}$ , индекс оригинальности –  $K_{24}$ , индекс уникальности –  $K_{25}$  и индекс селективности –  $K_{26}$ ); *уровень развития образной креативности* (индекс ассоциативности –  $K_{27}$ , индекс оригинальности –  $K_{28}$ , индекс уникальности –  $K_{29}$  и индекс селективности –  $K_{30}$ ); *биполярные когнитивные стили* (полезависимость –  $K_{31}$  или полнезависимость –  $K_{32}$ , импульсивность –  $K_{33}$  или рефлексивность –  $K_{34}$ , ригидность –  $K_{35}$  или гибкость –  $K_{36}$ , конкретизация –  $K_{37}$  или абстрагирование –  $K_{38}$ , когнитивная простота –  $K_{39}$  или когнитивная сложность –  $K_{40}$ , категориальная узость –  $K_{41}$  или категориальная широта –  $K_{42}$ ); *обучаемость* (имплицитная –  $K_{43}$  и эксплицитная –  $K_{44}$ );
  - лингвистические факторы – влияние особенностей понимания содержания инф.: *наличие / отсутствие языковых проблем* (уровень владения языком изложения материала –  $K_{45}$ , уровень владения словарем терминов –  $K_{46}$  и уровень владения элем. интерфейса –  $K_{47}$ ).

2. Группа факторов, обусловленная техническими возможностями средства обучения при генерации информационно-образовательных воздействий:
- физиологические факторы – влияние особенностей репрезентации визуальной и звуковой информации средством обучения: *параметры фона* (тип узора –  $L_1$ , цвет фона –  $L_2$  и комбинация цветов –  $L_3$ ); *параметры шрифта* (гарнитура шрифта –  $L_4$ , размер кегля символа –  $L_5$  и цвет символа –  $L_6$ ); *цветовые схемы* (при ахромазии –  $L_7$ , при протанопии –  $L_8$ , при дейтеранопии –  $L_9$  и при тританопии –  $L_{10}$ ); *параметры воспроизведения звукового потока* (громкость –  $L_{11}$ , тембр –  $L_{12}$ , тип потока –  $L_{13}$  и звуковая схема –  $L_{14}$ );
  - психологические факторы – влияние особенностей способа и стиля представления информационных фрагментов: *вид информации* (текстовая –  $L_{14}$ , табличная –  $L_{15}$ , схематическая плоскостная –  $L_{16}$ , схематическая объемная –  $L_{17}$ , звуковая как основная –  $L_{18}$ , звуковая как сопровождение –  $L_{19}$ , комбинированная –  $L_{20}$  и специальная схема –  $L_{21}$ ); *включение дополнительных возможностей* (коррекция последовательности изложения –  $L_{22}$ , навигация по курсу –  $L_{23}$ , добавление модулей –  $L_{24}$ , выбор вида информации –  $L_{25}$ , выбор стиля представления –  $L_{26}$ , выбор скорости представления –  $L_{27}$ , творческие задания –  $L_{28}$ , доп. модули –  $L_{29}$  и дополнительная литература –  $L_{30}$ ); *стиль представления информации* (целостное представление –  $L_{31}$  или детализированное представление –  $L_{32}$ , автоматическое –  $L_{33}$  или ручное переключение –  $L_{34}$ , постоянный –  $L_{35}$  или переменный тип информации –  $L_{36}$ , глубокая конкретизация –  $L_{37}$  или абстрактное изложение –  $L_{38}$ , простота изложения –  $L_{39}$  или сложность изложения –  $L_{40}$ , широкий –  $L_{41}$  или узкий набор терминов –  $L_{42}$ ); *скорость репрезентации информационных фрагментов* (высокая скорость –  $L_{43}$  и низкая скорость –  $L_{44}$ );
  - лингвистические факторы – влияние особенностей изложения материала: уровень изложения материала –  $L_{45}$ ; набор ключевых слов и определений –  $L_{46}$ ; набор элементов в основе интерфейса взаимодействия –  $L_{47}$ .
3. Факторы неизвестного и случайного происхождения (стохастические воздействия), влияние которых на результативность обучения полагается незначительным, поэтому они не учитываются в ходе (автоматизированного) эксперимента.

## **7.2. Особенности организации и план проведения эксперимента**

Особенности организации и проведения автоматизированных экспериментов зависят от целей, задач исследования ИОС, выбранного актуального множества параметров КМ субъекта и средства обучения, а также используемого программного обеспечения.

Организация и проведение серии экспериментов на основе ТКМ сводится к:

- выбору, добавлению и удалению научных аспектов рассмотрения объекта исследования (используются первые этапы ТКМ);
- изучению содержания этапов, представленных в итеративном цикле ТКМ и методики ее использования для анализа ИОС системы АДО;
- выбору одной из предложенных моделей представления структуры КМ: ориентированный граф (формальная) или структурная схема (неформальная);
- формированию структуры КМ субъекта обучения и КМ средства обучения посредством алгоритма формирования структуры КМ в основе ИОС системы АДО;
- анализу исходных (теоретических) КМ субъекта обучения и КМ средства обучения, выбору наборов параметров, которые следует исследовать и диагностировать в ходе предстоящего (автоматизированного) эксперимента;
- применению методики исследования параметров КМ и настройке прикладного ДМ для автоматизированной диагностики значений параметров КМ субъекта обучения с использованием набора специальных методов;
- первичному обследованию контингента обучаемых (испытуемых), выявлению посредством автоматизированной диагностики физиологических, психологических и лингвистических параметров восприятия, обработки и понимания информации, а затем занесению их в КМ субъекта обучения;
- формированию КМ средства обучения на основе анализа технических возможностей автоматизированного средства обучения – его способности генерировать различные наборы ОВ с учетом параметров КМ субъекта обучения;
- использованию сформированных КМ в основе автоматизированной ИОС;
- индивидуально-ориентированному предъявлению контингенту обучаемых изучаемого материала в виде совокупности информационных фрагментов посредством адаптивного средства обучения (ЭУ), оперирующего на основе БПКМ (параметры КМ субъекта обучения устанавливаются по результатам диагностики, а параметры КМ средства обучения – задаются согласно описанию продукта);
- автоматизированной диагностике УОЗО с использованием основного ДМ и применению алгоритма обработки апостериорных данных тестирования;
- применению математических методов статистического анализа для первичной обработки апостериорных данных, выявлению зависимостей, закономерностей, степени влияния актуального множества признаков.

Реализация цикла адаптивного обучения требует предварительной подготовки программного обеспечения, позволяющего автоматизировать процесс исследования.

Цикл АДО в ИОС со свойствами адаптации на основе параметрических КМ имеет ряд существенных особенностей и представляет собой последовательность этапов (рис. 7.1).



Рис. 7.1. Схема, отражающая последовательность мероприятий для поддержки исследований цикла автоматизированного адаптивного обучения

В ходе первичного исследования параметров КМ субъектов обучения необходимо учитывать специфику проведения серии экспериментальных исследований, которая может быть охарактеризована следующей структурной схемой (рис. 7.2).

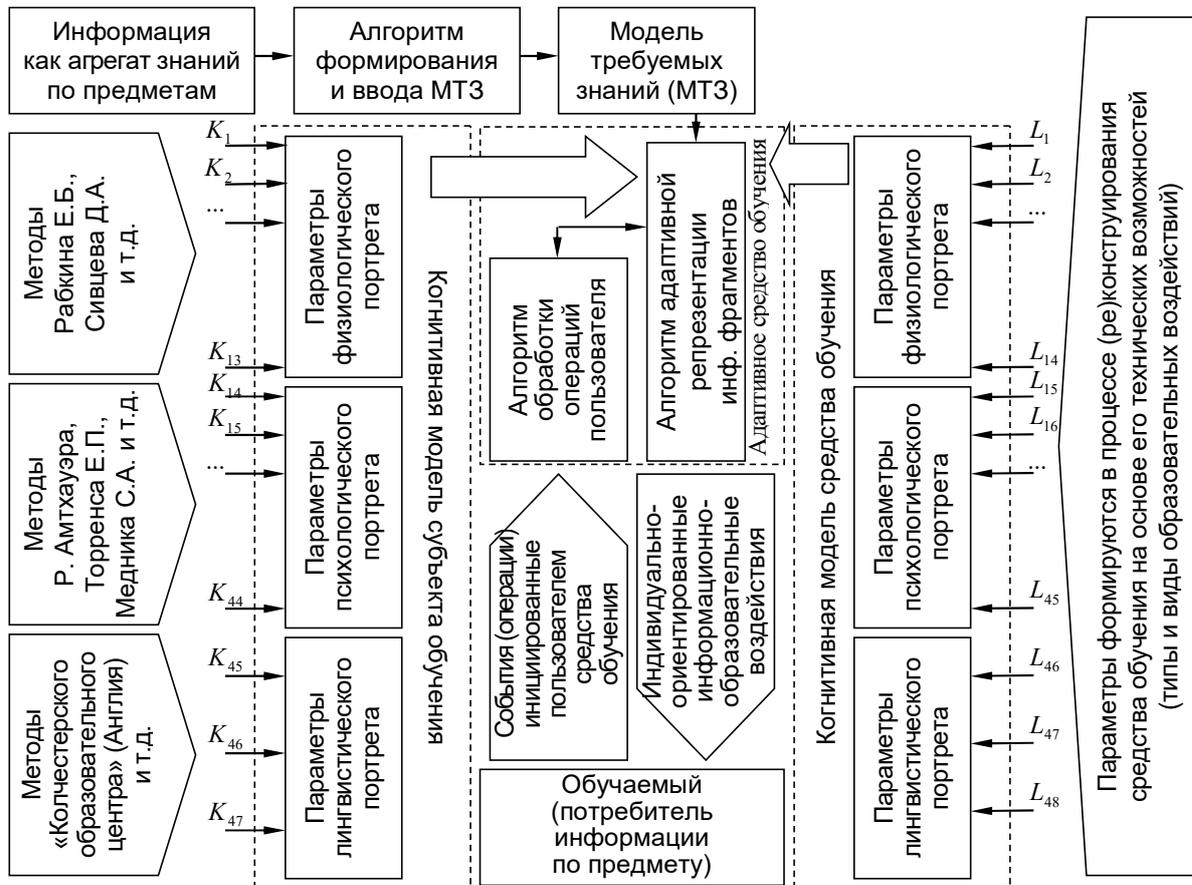


Рис. 7.2. Специфика проведения исследования для повышения эффективности формирования знаний обучаемого на основе когнитивных моделей

После анализа исходной (теоретической) КМ субъекта обучения и выбора актуального множества параметров для осуществления исследований необходимо подобрать набор методов, обеспечивающих автоматизированную диагностику.

Для реализации и поддержки возможности добавления и исследования новых параметров КМ субъекта обучения создаются новые процедуры диагностики в основе прикладного ДМ, а устаревшие процедуры заменяются или удаляются (рис. 4.9).

Если подобранный метод исследования определенного параметра или вектора параметров слабо формализуем (невозможно подобрать модель представления) и практически не структурируем, а в процессе его алгоритмизация выявляется невозможность использования имеющегося конструктора тестов для сохранения элементов вопрос-ответных структур в режиме администрирования прикладного ДМ, то необходимо внести изменения в алгоритм или усовершенствовать программу, поддерживающую функционирование имеющегося конструктора тестов.

Переключение между методами исследования параметров КМ субъекта обучения обеспечивается за счет подключения (переключения) БД с тестами ИОЛСО.

БД формируется предварительно на основе комплекса методов исследования.

### **7.3. Особенности исследования параметров физиологического портрета когнитивных моделей субъекта и средства обучения**

Психофизиология восприятия позволяет исследовать субъекта ИОС, которым является обучаемый и (или) преподаватель выступающие уникальными по отношению к восприятию ОВ содержащих визуальную и звуковую информацию.

Процесс восприятия информационных сообщений зрительной (до 90% информации) и слуховой сенсорными системами имеет иерархическую структуру – преобразование полихроматического спектра фотонового излучения разной длины волны (видимый нормальным трихроматом спектр) и колебаний звуковой волны в совокупность нервных импульсов, обрабатываемых на уровне головного мозга.

Вопрос о том, как зрительная сенсорная система выделяет и измеряет признаки зрительного сигнала, изучен недостаточно глубоко. Имеется ряд научных данных, свидетельствующих о том, что на сетчатке глаза, которая выполняет функцию зрительного анализатора, происходит определение контуров изображения, выделение дискретных элементов, их идентификация и т.п. Затем входное сообщение кодируется, передается в мозг, где вступают в действие другие механизмы и происходит собственно распознавание зрительного образа. Это согласуется с тем фактом, что полная слепота наступает не только от повреждения сетчатки или нервных путей (тканей), но и от нарушений функций определенных участков коры головного мозга. Повреждение отдельных участков коры головного мозга приводит к нарушению обработки зрительных сообщений и непосредственно связано с расстройством зрительного восприятия (зрительная дигнозия). Зрительное сообщение может быть воспринято при многих искажениях и даже при отсутствии некоторых составляющих его информационных элементов. Данные экспериментальных исследований свидетельствуют о том, что при восприятии неполного или искаженного сообщения привлекается концептуальная информация, которая записана и хранится в соответствующих участках коры головного мозга. Процесс восприятия графического сообщения предполагает анализ структуры и оптико-графических характеристик составляющих его элементов, являясь актуальной задачей.

Моделирование процесса зрительного восприятия состоит в последовательном решении комплекса задач, связанных с интерпретацией и пониманием субъектом обучения содержания набора сообщений в виде текста и схем на определенном языке.

При реализации интерактивного взаимодействия субъектов и средств обучения в ИОС системы АДО решаются практические и прикладные задачи, связанные с автоматизацией ввода и сохранения в БД текста, графических (статическая схема) и мультимедийных (аудио- и видео-поток) данных представленных в виде структурированных инф. фрагментов на определенном национальном или иностранном языке.

Возникает необходимость учета сложности, вида, типа и объема информации обрабатываемой компонентами системы АДО и отображаемой конечному пользователю, обуславливает необходимость разработки алгоритмов ее репрезентации.

### **7.3.1. Специфика исследования параметров физиологического портрета когнитивной модели субъекта обучения**

Фрагмент текста на естественном языке или структура графического изображения выступает как совокупность иерархически соподчиненных элементарных уровней, включающих набор различных лексических единиц, рассматриваемых как информационные фрагменты (порции обучающей информации – ОВ).

Информационная структура ЭУ подобна используемой в традиционном учебнике, но:

- обеспечивается возможность изменения последовательности следования инф. фрагментов;
- реализуется использование дополнительных средств визуализации.

Процесс формирования порций обучающей инф. предполагает учет специфики предмета, возможности формализации имеющейся в наличии информации посредством использования одной из моделей представления структурированных данных (существующие: фреймовая модель и семантическая сеть или предложенные: ориентированный граф сочетающий теорию множеств и многоуровневая схема) с учетом оптимизации хранения и извлечения информации, формирование типовой последовательности ее предъявления, подбор различных способов ее отображения и совершенствование алгоритмов обучения.

Информация дифференцируется по форме, доступности, восприятию, и т.п. Одним из характерных свойств ее восприятия является апперцепция, т.е. зависимость восприятия субъекта от его психических свойств. При орг. процесса обучения необходимо учитывать особенности сенсорного восприятия обучаемых.

В настоящее время выделяют ряд способов репрезентации инф.-обр. воздействий: использование бумажного носителя (бумажный информационный ресурс) или электронного носителя (электронный информационный ресурс); прямое общение в (не) реальном масштабе времени (активная форма, коммуникативный симплексный и дуплексный канал информационного обмена); опосредованное общение в (не) реальном масштабе времени (пассивная форма, коммуникативный симплексный и дуплексный канал информационного обмена), а также вид представления информации: неструктурированный (текст) и структурированный вербальный (нумерованный и нenumерованный список или таблица); статическая и динамически реконструируемая графическая схема (плоская схема и объемная схема); статическое и динамическое графическое изображение (пигментное пятно, картина и видео-поток); статический и динамический звуковой поток (звук, система звуков и аудио-поток).

Психофизиологический аспект восприятия информации зрительной сенсорной системой основан на модели редуцированного глаза с учетом задач классификации и идентификации содержания того или иного информационного фрагмента.

При исследовании ИОС получен физиологический портрет КМ субъекта обучения, сформированный на научной базе частной физиологии анализаторов и концентрирующий индивидуальные особенности зрительной и слуховой сенсорных систем человека.

Исследование физиологического портрета КМ субъекта обучения (рис. 7.3) инициирует использование метода интервьюирования и ряда прикладных методов, реализованных в основе прикладного ДМ, позволяющих выявить наличие / отсутствие аномалий зрительной и слуховой сенсорных систем.

Алгоритмы и процедуры, соответствующие различным методам исследования параметров КМ субъекта обучения реализованы в основе прикладного ДМ. Если в актуальное для анализа множество параметров добавлен еще один элементарный параметр или вектор параметров, то возникает необходимость использования метода исследования параметров КМ субъекта обучения (рис. 4.9).



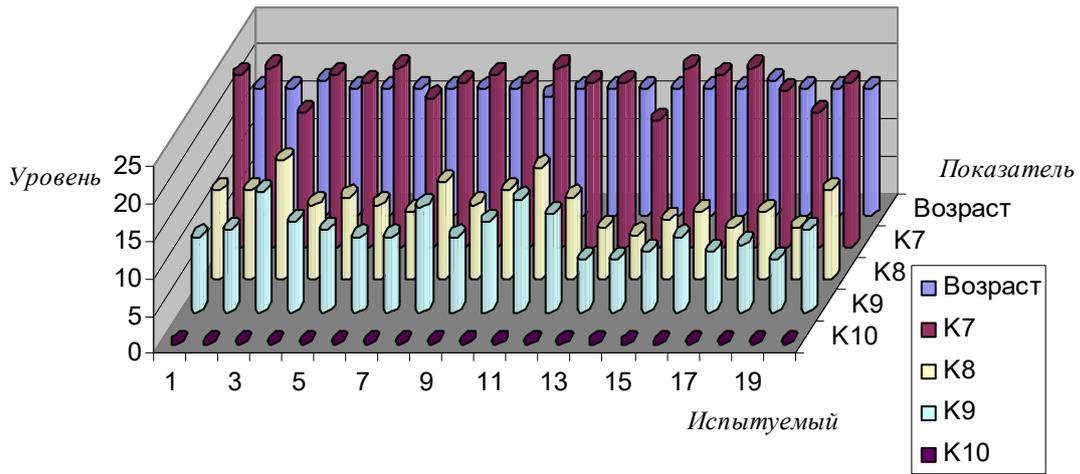
Рис. 7.3. Структура физиологического портрета когнитивной модели субъекта обучения

Автоматизация исследования параметров физиологического портрета КМ субъекта обучения достигается посредством использования прикладного ДМ, содержащего в БД тестов ИОЛСО набор специальных методов диагностики.

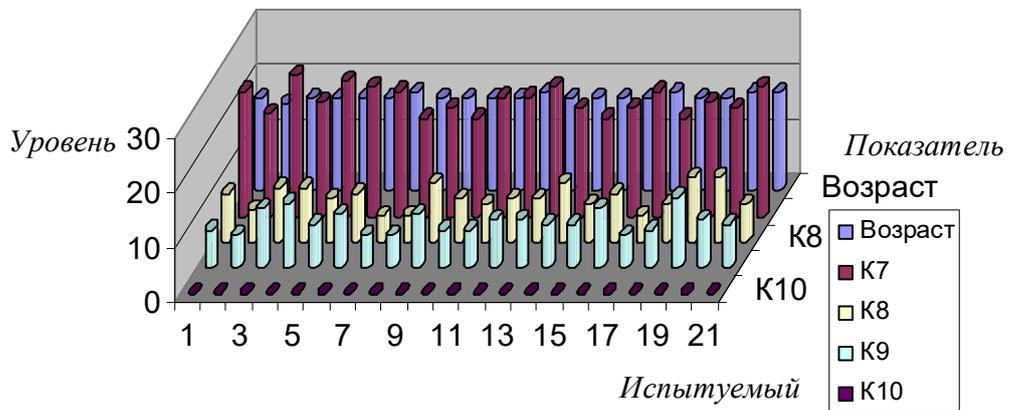
В частности, на рис. 7.4 представлены результаты исследования цветоощущения испытуемых 1<sup>ой</sup>-4<sup>ой</sup> групп по методу Рабкина Е.Б. (существенных неоднородностей нет).

Для того чтобы «отфильтровать» аномальные значения («выбросы») исследуемых параметров необходимо отметить характерную особенность нормального распределения: 95,44% значений располагаются в интервале  $\bar{x} \pm 2\sigma$ , что позволяет рассчитать нижнее и верхнее пороговые значения для анализа каждой выборки данных. Для наглядного представления отклонения номинальных значений в выборках от их среднего использовалось z-преобразование на основе  $z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma_x}$ .

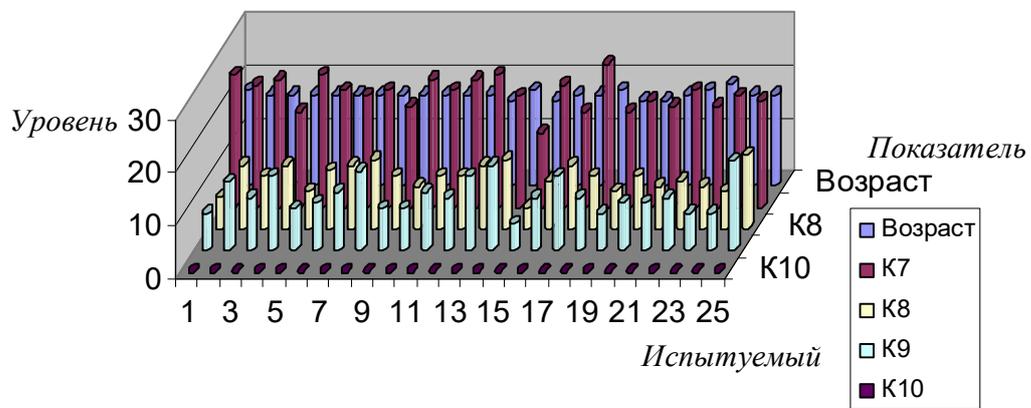
Процедура стандартизации (линейной нормализации) позволила преобразовать исходные значения и выбрать оптимальную шкалу измерения.



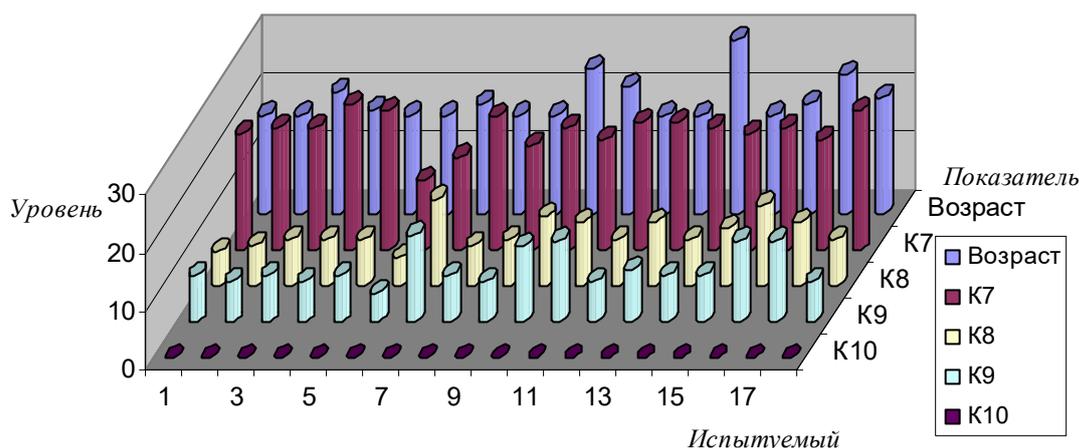
а



б



в



Г

Рис. 7.4. Параметры физиологического портрета: цветоощущение по Рабкину Е.Б.

Описательные статистики сформированных выборок с апостериорными данными диагностики цветоощущения по методу Рабкина Е.Б. в 1<sup>ой</sup>-4<sup>ой</sup> группах приведены в табл. 7.1. В ходе первичной статистической обработки сформированных выборок апостериорных данных существенных неоднородностей в мерах центральной тенденции и показателях вариации значений наблюдаемых признаков не выявлено.

Для автоматизации математической обработки апостериорных данных посредством набора статистических методов применялся пакет программ SPSS 15.

Выбор набора статистических методов анализа апостериорных данных инициирует учет ограничений на их использование и требований к исходным данным: отсутствие выбросов и артефактов (смешают центральную тенденцию) и соответствие значений показателей нормальному закону распределения чисел.

Таблица 7.1

**Описательная статистика апостериорных данных исследования цветоощущения в первой группе**

Коэффициент / Показатель	Возраст	$K_7$	$K_8$	$K_9$	$K_{10}$
Среднее	17,2	21,75	10,5	10,85	0
Стандартная ошибка	0,156	0,619	0,698	0,737	0
Медиана	17	22,5	10	10	0
Мода	17	22	12	10	0
Стандартное отклонение	0,696	2,77	3,12	3,297	0
Дисперсия выборки	0,484	7,671	9,737	10,871	0
Эксцесс	3,703	1,866	0,974	2,188	-
Асимметричность	1,791	-1,71	0,924	1,331	-
Интервал	3	9	12	13	0
Минимум	16	15	6	7	0
Максимум	19	24	18	20	0
Сумма	344	435	210	217	0
Счет	20	20	20	20	20
Надежность (95,0%)	0,326	1,296	1,46	1,543	0

Таблица 7.2

**Описательная статистика апостериорных данных исследования  
цветоощущения во второй группе**

Коэффициент / Показатель	<i>Возраст</i>	$K_7$	$K_8$	$K_9$	$K_{10}$
Среднее	17,191	21,191	8,381	8,619	0
Стандартная ошибка	0,112	0,604	0,519	0,537	0
Медиана	17	21	8	8	0
Мода	17	20	8	7	0
Стандартное отклонение	0,512	2,768	2,377	2,459	0
Дисперсия выборки	0,262	7,662	5,648	6,048	0
Эксцесс	0,603	-0,841	0,124	2,745	-
Асимметричность	0,355	-0,171	0,534	1,425	-
Интервал	2	10	9	10	0
Минимум	16	16	5	6	0
Максимум	18	26	14	16	0
Сумма	361	445	176	181	0
Счет	21	21	21	21	20
Надежность (95,0%)	0,233	1,26	1,082	1,119	0

Таблица 7.3

**Описательная статистика апостериорных данных исследования  
цветоощущения в третьей группе**

Коэффициент / Показатель	<i>Возраст</i>	$K_7$	$K_8$	$K_9$	$K_{10}$
Среднее	17,08	21,36	10,08	10,36	0
Стандартная ошибка	0,141	0,635	0,594	0,635	0
Медиана	17	22	10	10	0
Мода	17	22	10	10	0
Стандартное отклонение	0,702	3,174	2,971	3,174	0
Дисперсия выборки	0,493	10,073	8,827	10,073	0
Эксцесс	1,401	1,784	-0,211	-0,549	-
Асимметричность	0,673	-0,835	0,216	0,542	-
Интервал	3	15	12	12	0
Минимум	16	12	4	5	0
Максимум	19	27	16	17	0
Сумма	427	534	252	259	0
Счет	25	25	25	25	25
Надежность (95,0%)	0,29	1,31	1,226	1,31	0

Представленные описательные статистики рассчитаны на основе имеющихся выборок с апостериорными данными и позволяют говорить о высокой степени совпадения значений среднего арифметического, медианы и моды соответствующих числовых рядов, разброс между минимальным и максимальным значениями находится в допустимых пределах и теоретически обоснован, значения асимметрии и эксцесса характеризуют наличие незначительной остроконечности и двух-вершинности.

Необходимость использования параметрических методов статистического анализа обусловила анализ соответствия нормальному закону распределения значений.

**Описательная статистика апостериорных данных исследования  
цветоощущения в четвертой группе**

Коэффициент / Показатель	Возраст	$K_7$	$K_8$	$K_9$	$K_{10}$
Среднее	21,111	19,444	8,778	8,889	0
Стандартная ошибка	2,309	1,158	0,778	0,87	0
Медиана	17,5	21	8	8	0
Мода	17	21	8	8	0
Стандартное отклонение	9,797	4,914	3,3	3,692	0
Дисперсия выборки	95,987	24,144	10,889	13,634	0
Эксцесс	15,164	2,656	0,891	-0,052	-
Асимметричность	3,786	-1,664	-0,2	0,146	-
Интервал	42	19	14	14	0
Минимум	17	6	1	1	0
Максимум	59	25	15	15	0
Сумма	380	350	158	160	0
Счет	18	18	18	18	18
Надежность (95,0%)	4,872	2,444	1,641	1,836	0

В сформированных выборках апостериорных данных исключены выбросы, а также реализована проверка на соответствие нормальному закону распределения:

- графический способ – построение графиков накопленных частот и квартильных графиков показало высокую степень соответствия теоретического и эмпирического распределений значений признаков нормальному закону;
- аналитический способ – значения асимметрии и эксцесса распределений полученные в описательных статистиках соответствуют критическим значениям и связаны с объемом соответствующих выборок данных подлежащих анализу.

При расчете критических значений для асимметрии и эксцесса использовались формулы, рекомендованные Пустыльником Е.И.:

$$A_{кр} = 3 \sqrt{\frac{6(n-1)}{(n+1)(n+3)}} \quad \text{и} \quad E_{кр} = 5 \sqrt{\frac{24n(n-2)(n-3)}{(n+1)^2(n+3)(n+5)}}, \quad \text{г} \quad \text{д} \quad \text{е}$$

$n$  – объем анализируемой выборки апостериорных данных.

Ошибка репрезентативности показателей асимметрии и эксцесса рассчитывается соответственно по формулам  $m_A = \sqrt{\frac{6}{n}}$  и  $m_E = 2\sqrt{\frac{6}{n}}$ .

Сопоставление эмпирического (см. описательные статистики для каждой выборки) и критического значений позволяет с достаточно высокой определенностью говорить о соответствии полученных значений наблюдаемых показателей нормальному закону распределения чисел (при условии  $t_A = \frac{|A_{эмп}|}{m_A} \geq 3$  и  $t_E = \frac{|E_{эмп}|}{m_E} \geq 3$ ).

Номинальные значения ошибок репрезентативности и критических значений асимметрии и эксцесса для имеющихся выборок данных представлены в табл. 7.5.

**Ошибки репрезентативности и критические значения асимметрии и эксцесса  
для первичного статистического анализа апостериорных данных**

Показатель / группа	Экспериментальная группа испытуемых			
	первая	вторая	третья	четвертая
Объем выборки	20	21	25	18
Ошибки репрезентативности асимметрии ( $m_A$ )	0,548	0,535	0,49	0,577
Критическое значение асимметрии ( $A_{кр}$ )	1,458	1,43	1,334	1,517
Ошибки репрезентативности эксцесса ( $m_E$ )	1,095	1,069	0,98	1,155
Критическое значение эксцесса ( $E_{кр}$ )	3,805	3,777	3,656	3,856

**7.3.2. Специфика исследования параметров физиологического портрета когнитивной модели средства обучения**

Аналогично физиологическому портрету КМ субъекта обучения данный портрет формируется на научной основе психофизиологии восприятия, при этом учитываются технические возможности адаптивного средства обучения (ЭУ) – генерация совокупности информационных фрагментов реализуется с учетом подстройки параметров фона (тип узора, цвет и комбинация цветов), шрифта (гарнитура, размер кегля и цвет символа), а также использованием сформированного набора цветовых схем для нормальных трихроматов (субъекты без выраженных аномалий цветоощущения) и аномальных дихроматов (протанопов, дейтеранопов и тританопов).

Процессор адаптивной репрезентации информационных фрагментов включает модуль управления обработкой физиологических параметров для обеспечения индивидуально-ориентированной генерации образовательных воздействий (рис. 6.6), включающий набор различных процедур и алгоритмов, которые реализуют расчет значений параметров отображения информации. Расчет оптимального сочетания значений параметров предъявления информации ЭУ осуществляется автоматически с учетом технических возможностей средства обучения (параметры КМ средства обучения) и ИОЛСО (параметры КМ субъекта обучения). Если не проводилась диагностика ИОЛСО и невозможно рассчитать некоторые значения параметров отображения, то используются предварительно установленные значения по умолчанию параметров КМ средства обучения в режиме администрирования адаптивного ЭУ (рис. 6.7).

#### **7.4. Особенности исследования параметров психологического портрета когнитивных моделей субъекта и средства обучения**

Согласно когнитивному подходу как одного из современных направлений в психологии интеллект трактуется как репертуар параметров, который самостоятельно развивается за счет обучающих процедур и является специфической формой организации индивидуального ментального опыта человека (Холодная М.А.), обеспечивающего возможность эффективного восприятия, понимания и интерпретации объектов, процессов и явлений происходящих во внешней среде функционирования.

Чем выше уровень интеллектуального развития человека, тем сложнее по составу и организации индивидуальный ментальный опыт и операциональные структуры при анализе создаваемой модели психического конструкта головного мозга, а критериями интеллектуальной зрелости выступают: широта кругозора, гибкость и многофакторность оценок событий, способность обрабатывать эвристически сложную информацию и прогнозировать последовательность событий (Дружинин В.Н.).

Для повышения эффективности формирования знаний обучаемого в традиционной и автоматизированной ИОС необходимо обеспечить адекватное сенсорное восприятие, обработку и понимание информационных фрагментов отражающих содержание предмета изучения, поэтому предъявляемая информация должна удовлетворять ряду критериев и технологически учитывать некоторые возможности:

- создание условий для внедрения и апробации новых ИТ в сфере образования;
- учет психофизиологических особенностей личности контингента обучаемых;
- сохранение информации в БД комплекса программ посредством использования одной из существующих моделей представления предварительно структурированных данных, позволяющей обеспечить возможность отображения содержания предмета изучения на нескольких уровнях и языках изложения;
- использование различных образовательных программ, алгоритмов и процедур обучения в основе средств автоматизированной ИОС, позволяющих удовлетворить потребности широкого круга потребителей образовательных услуг;
- модификация значений параметров процедур и алгоритмов обучения в основе компонентов системы АДО, позволяющих создавать условия и практически использовать технологии индивидуально-ориентированного обучения;
- реализация диагностики различных ИОЛСО посредством использования ДМ;
- обеспечение условий для внедрения методов развития и коррекции личности;
- формирование осведомленности субъекта обучения в различных предметных областях по отношению к определенным объектам исследования.

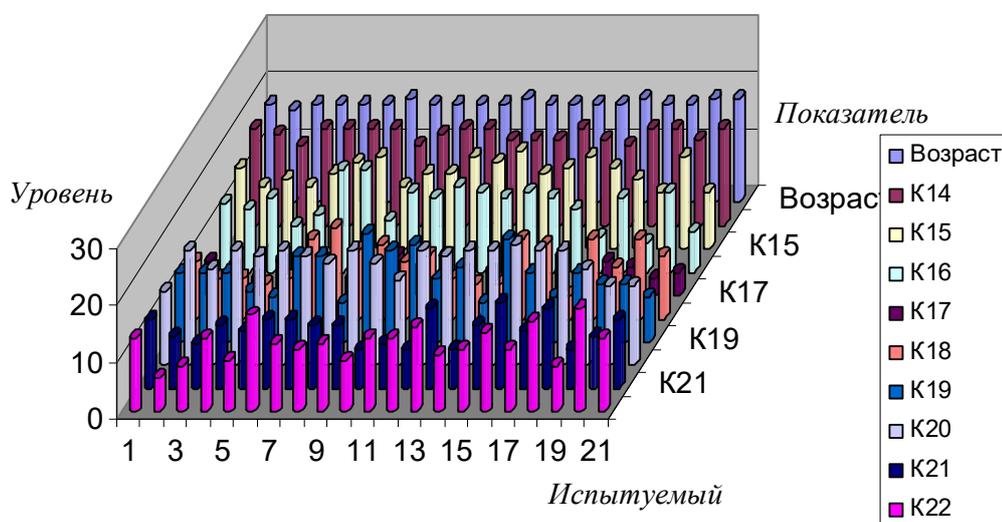
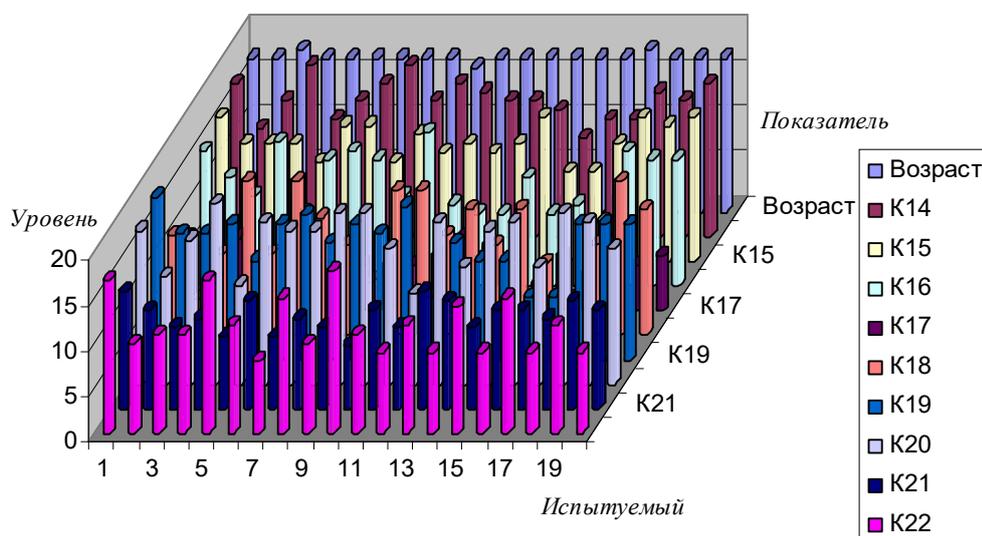
Основная черта когнитивного направления в современной психологии – ориентация на исследование механизмов переработки информации и формирования знаний на уровне психофизиологического конструкта головного мозга человека с точки зрения информационного и образовательного подходов.

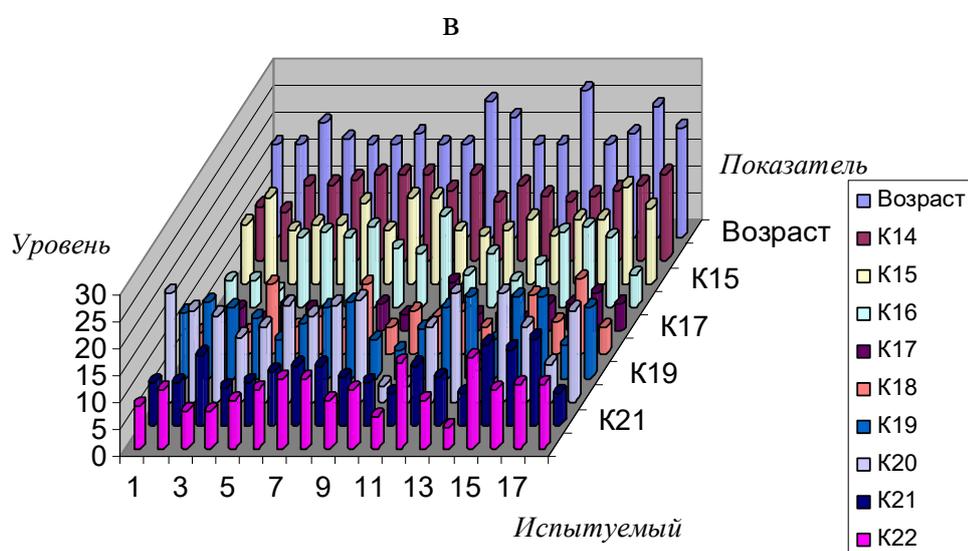
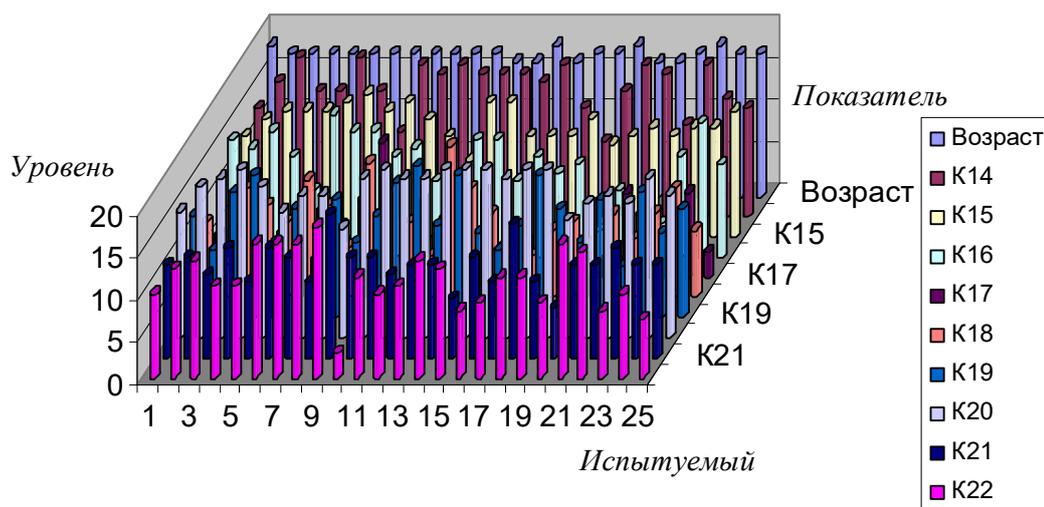
### 7.4.1. Специфика исследования параметров психологического портрета когнитивной модели субъекта обучения

Психологический портрет КМ субъекта обучения включает совокупность векторов параметров: вектор конвергентных интеллектуальных способностей, вектор дивергентных интеллектуальных способностей, обучаемость и когнитивные стили.

Вектор конвергентных интеллектуальных способностей является структурной составляющей психологического портрета синтезированной КМ субъекта обучения, выступая одним из проявлений психофизиологического конструкта головного мозга познающего субъекта (обучаемого), определяя индивидуальную продуктивность дедуктивного мышления, которую связывают со скоростью поиска нормативно-единственного верного варианта ответа в соответствии с регламентацией ситуации, требованиями заданий или временными ограничениями на выработку решений.

На рис. 7.5 представлена графическая интерпретация результатов исследования конвергентных интеллектуальных способностей испытуемых 1<sup>ой</sup>-4<sup>ой</sup> группы, на этапе диагностики использовался метод исследования Р. Амтхауэра в адаптации Галкиной Т. В. (« "И П" "РАН" »).





Г

Рис. 7.5. Конвергентные интеллектуальные способности в 1<sup>ой</sup>-4<sup>ой</sup> группах  
 Визуальный анализ графической интерпретации (в виде диаграмм) совокупности значений показателей полученных в ходе диагностики конвергентных интеллектуальных способностей 1<sup>ой</sup>-4<sup>ой</sup> групп испытуемых позволяет говорить об отсутствии выраженных аномальных выбросов и артефактов.

Предварительный статистический анализ выборок с апостериорными данными обуславливает необходимость расчета описательных статистик позволяющих выявить меры центральной тенденции и обосновать меру соответствия нормальному закону распределения числовых значений исследуемых параметров: вербальный интеллект –  $K_{14}$ , дедуктивное мышление –  $K_{15}$ , комбинаторные способности –  $K_{16}$ , способность к рассуждению –  $K_{17}$ , аналитическое мышление –  $K_{18}$ , индуктивное мышление –  $K_{19}$ , мнемоника и память –  $K_{20}$ , плоскостное мышление –  $K_{21}$  и объемное мышление –  $K_{22}$ .  
 Описательные статистики в табл. 7.5-7.8 выступают результатом предварительной статистической обработки имеющихся выборок данных.

Таблица 7.5

**Описательная статистика апостериорных данных исследования**

**конвергентных интеллектуальных способностей обучаемых в первой группе**

Коэффициент/ Показатель	<i>Возраст</i>	$K_{14}$	$K_{15}$	$K_{16}$	$K_{17}$	$K_{18}$	$K_{19}$	$K_{20}$	$K_{21}$	$K_{22}$
Среднее	17,1	15,2	13,3	11,75	5,65	11,5	13,1	15,9	10,35	11,95
Стандартная ошибка	0,124	0,479	0,465	0,721	0,379	0,928	0,743	0,754	0,399	0,713
Медиана	17	15	13	12	5	11	14	17	10,5	11
Мода	17	15	13	8	5	17	15	17	11	9
Стандартное отклонение	0,553	2,142	2,08	3,226	1,694	4,149	3,323	3,37	1,785	3,187
Дисперсия выборки	0,305	4,59	4,326	10,408	2,871	17,211	11,042	11,358	3,187	10,155
Эксцесс	8,208	-0,287	-0,606	-1,568	0,894	-0,814	0,21	1,223	-0,337	-0,306
Асиммет- ричность	2,164	-0,039	-0,328	-0,001	0,903	-0,297	-0,948	-1,252	0,088	0,842
Интервал	3,000	8	7	10	7	13	12	13	7	11
Минимум	16	11	9	7	3	4	6	7	7	8
Максимум	19	19	16	17	10	17	18	20	14	19
Сумма	342	304	266	235	113	230	262	318	207	239
Счет	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Надежность (95,0%)	0,259	1,00	0,974	1,51	0,793	1,942	1,555	1,577	0,836	1,491

Таблица 7.6

**Описательная статистика апостериорных данных исследования**

**конвергентных интеллектуальных способностей обучаемых во второй группе**

Коэффициент/ Показатель	<i>Возраст</i>	$K_{14}$	$K_{15}$	$K_{16}$	$K_{17}$	$K_{18}$	$K_{19}$	$K_{20}$	$K_{21}$	$K_{22}$
Среднее	17,191	16	13,429	11,952	4,619	10,048	11,952	17,762	10,381	11,905
Стандартная ошибка	0,112	0,258	0,466	0,761	0,334	0,764	0,788	0,749	0,558	0,717
Медиана	17	17	13	13	4	10	12	19	11	12
Мода	17	17	13	13	3	7	12	20	12	13
Стандартное отклонение	0,512	1,183	2,135	3,485	1,532	3,5	3,612	3,434	2,559	3,285
Дисперсия выборки	0,262	1,4	4,557	12,148	2,348	12,248	13,048	11,791	6,548	10,791
Эксцесс	0,603	-1,303	-1,104	-0,137	-1,142	-1,308	-0,757	0,703	-0,417	0,541
Асиммет- ричность	0,355	-0,601	-0,045	-0,332	0,166	-0,021	0,415	-1,439	0,34	-0,309
Интервал	2	3	7	13	5	12	12	11	9	14
Минимум	16	14	10	5	2	4	7	10	7	4
Максимум	18	17	17	18	7	16	19	21	16	18
Сумма	361	336	282	251	97	211	251	373	218	250
Счет	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Надежность (95,0%)	0,233	0,539	0,972	1,587	0,698	1,593	1,644	1,563	1,165	1,495

Таблица 7.7

**Описательная статистика апостериорных данных исследования  
конвергентных интеллектуальных способностей обучаемых в третьей группе**

Коэффициент/ Показатель	<i>Возраст</i>	$K_{14}$	$K_{15}$	$K_{16}$	$K_{17}$	$K_{18}$	$K_{19}$	$K_{20}$	$K_{21}$	$K_{22}$
Среднее	16,96	15,36	13,64	11,24	6,4	9,52	12,16	17,88	11,12	11,76
Стандартная ошибка	0,122	0,624	0,391	0,738	0,712	0,775	0,69	0,418	0,477	0,694
Медиана	17	16	14	12	5	9	12	19	11	12
Мода	17	18	12	12	5	9	17	20	11	16
Стандартное отклонение	0,611	3,121	1,955	3,689	3,559	3,874	3,448	2,088	2,386	3,468
Дисперсия выборки	0,373	9,74	3,823	13,607	12,667	15,01	11,89	4,36	5,693	12,023
Эксцесс	0,012	1,14	-0,369	-0,067	5,551	-0,204	-1,039	-0,291	1,311	0,259
Асиммет- ричность	0,015	-1,232	-0,283	-0,678	1,896	0,163	0,025	-0,812	0,326	-0,367
Интервал	2	12	8	14	17	16	12	7	11	15
Минимум	16	7	9	3	2	2	6	13	6	3
Максимум	18	19	17	17	19	18	18	20	17	18
Сумма	424	384	341	281	160	238	304	447	278	294
Счет	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Надежность (95,0%)	0,252	1,288	0,807	1,523	1,47	1,599	1,423	0,862	0,985	1,431

Таблица 7.8

**Описательная статистика апостериорных данных исследования  
конвергентных интеллектуальных способностей обучаемых в четвертой группе**

Коэффициент/ Показатель	<i>Возраст</i>	$K_{14}$	$K_{15}$	$K_{16}$	$K_{17}$	$K_{18}$	$K_{19}$	$K_{20}$	$K_{21}$	$K_{22}$
Среднее	21,111	13,444	12,333	10,167	3,833	7,277	11,056	14,111	9,778	10,333
Стандартная ошибка	2,309	0,525	0,657	1,02	0,487	0,77	0,802	1,34	0,73	0,788
Медиана	17,5	14	11,5	10,5	3,5	6	12,5	16	9	11
Мода	17	16	10	5	5	5	13	20	8	11
Стандартное отклонение	9,797	2,229	2,787	4,328	2,065	3,269	3,404	5,687	3,098	3,343
Дисперсия выборки	95,987	4,967	7,765	18,735	4,265	10,683	11,585	32,34	9,595	11,177
Эксцесс	15,164	-0,791	-0,823	-1,392	0,937	-0,104	-1,262	-0,231	-0,529	-0,008
Асиммет- ричность	3,786	-0,455	0,677	-0,172	0,837	1,109	-0,497	-0,985	0,648	0,172
Интервал	42	7	9	14	8	10	10	17	10	13
Минимум	17	9	9	3	1	4	5	3	6	4
Максимум	59	16	18	17	9	14	15	20	16	17
Сумма	380	242	222	183	69	131	199	254	176	186
Счет	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Надежность (95,0%)	4,872	1,108	1,386	2,153	1,027	1,625	1,693	2,828	1,54	1,663

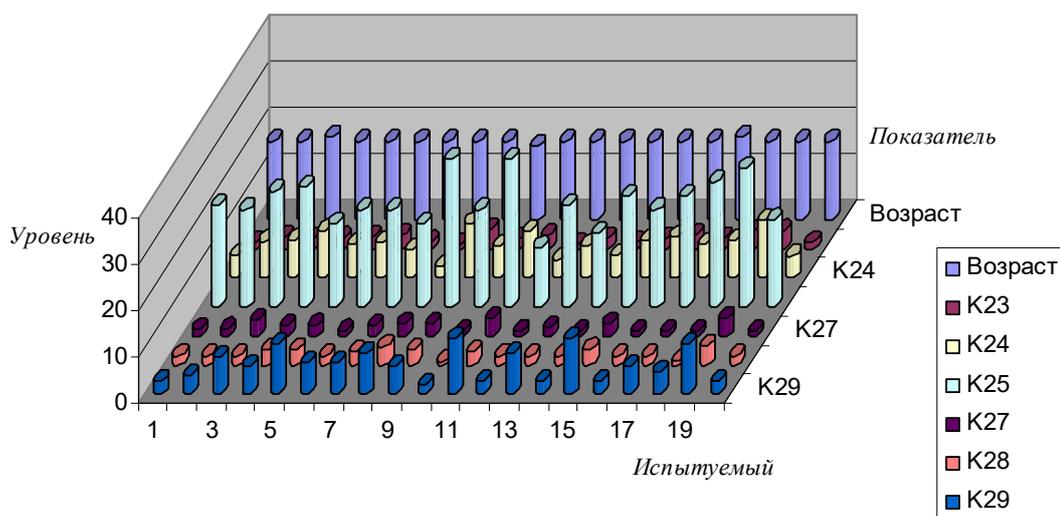
Вектор дивергентных интеллектуальных способностей является структурной составляющей психологического портрета сформированной КМ субъекта обучения, выступая одним из проявлений психофизиологического конструкта головного мозга познающего субъекта, определяет индивидуальную продуктивность индуктивного мышления, характеризует творческий потенциал личности (креативность).

Креативность или дивергентные интеллектуальные способности обуславливают потенциальную способность испытуемого генерировать совокупность (определенное количество) оригинальных идей (ответов) отличающихся от общепринятых в регламентированной ситуации на вербальный (вербальная креативность) или графический стимул (образная креативность), измеряется совокупностью индексов:

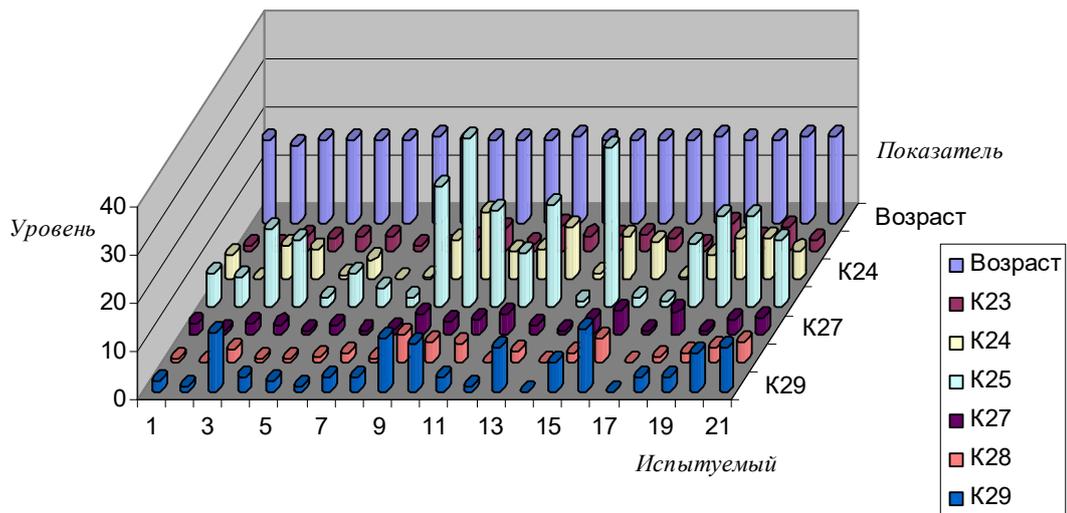
- индекс оригинальности – сумма оригинальностей всех вариантов ответа испытуемых или сумма величин обратных частотам встречаемости каждого варианта ответа в полученной выборке ответов испытуемого;
- индекс продуктивности – количество ответов испытуемого релевантных предъявленному стимулу, которые даны им на протяжении сеанса диагностики;
- индекс ассоциативности – сумма ответов пользователя соотнесенная с суммой предъявленных заданий;
- индекс селективности – количество совпадений выборов самых оригинальных ответов испытуемого и эксперта;
- индекс уникальности – сумма самых оригинальных ответов испытуемого соотнесенная с общей суммой сгенерированных им ответов.

Для исследования выбраны методы Медника С.А. и Торренса Е.П. валидизированные для двух возрастных групп испытуемых в адаптации Галкиной Т.В. и Алексеевой Л.Г. («"ИП" "РАН"»).

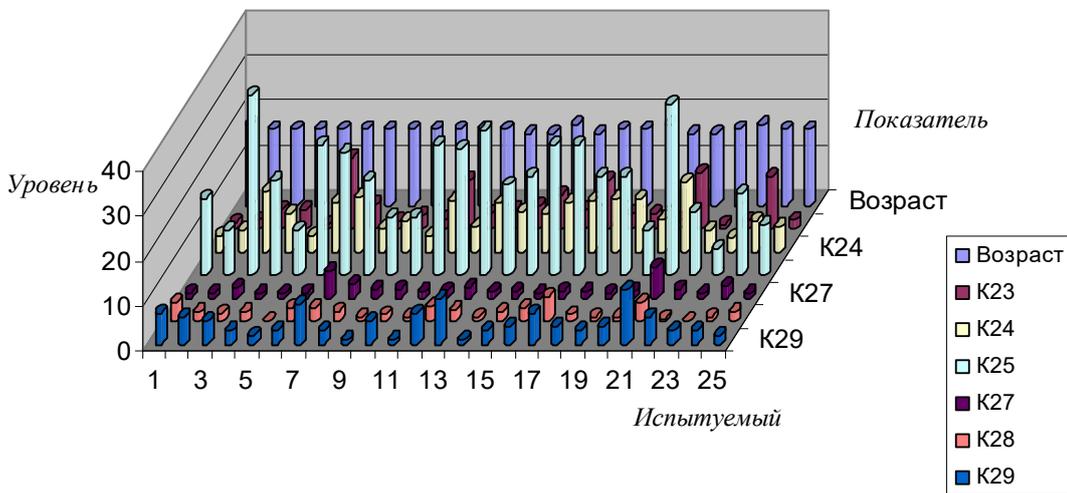
Графическая интерпретация апостериорных данных исследования дивергентных интеллектуальных способностей 1<sup>ой</sup>-4<sup>ой</sup> групп испытуемых по методу Торренса Е.П. и Медника С.А. представлены на рис. 7.6 (а-г).



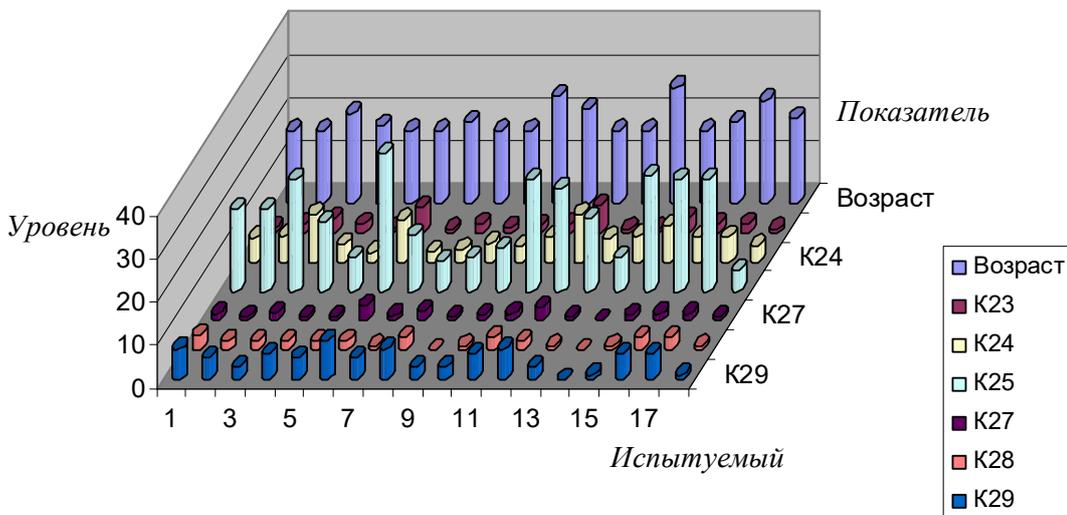
а



б



в



г

Рис. 7.6. Диаграмма, отражающая возраст и уровень дивергентных интеллектуальных способностей

Таблица 7.9

**Описательная статистика апостериорных данных исследования  
дивергентных интеллектуальных способностей обучаемых в первой группе**

Коэффициент/ Показатель	<i>Возраст</i>	$K_{23}$	$K_{24}$	$K_{25}$	$K_{26}$	$K_{27}$	$K_{28}$	$K_{29}$	$K_{30}$
Среднее	17,100	2,622	7,62	23,55	0	2,025	2,453	6,5	0
Стандартная ошибка	0,124	0,358	0,622	1,617	0	0,237	0,232	0,738	0
Медиана	17,000	2,3	7,59	21,5	0	1,8	2	6	0
Мода	17,000	1,4	7,45	21	0	1	2	3	0
Стандартное отклонение	0,553	1,602	2,783	7,229	0	1,059	1,039	3,301	0
Дисперсия выборки	0,305	2,567	7,746	52,261	0	1,121	1,08	10,895	0
Экссесс	8,208	3,837	1,057	4,116	-	-0,279	0,352	-1,142	-
Асиммет- ричность	2,164	1,925	0,568	1,701	-	0,799	-0,232	0,366	-
Интервал	3,000	6,29	12,07	33	0	3,3	4,31	10	0
Минимум	16,000	1	2,53	13	0	1	0	2	0
Максимум	19,000	7,29	14,6	46	0	4,3	4,31	12	0
Сумма	342	52,44	152,4	471	0	40,5	49,06	130	0
Счет	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Надежность (95,0%)	0,259	0,75	1,303	3,383	0	0,496	0,486	1,545	0

Таблица 7.10

**Описательная статистика апостериорных данных исследования  
дивергентных интеллектуальных способностей обучаемых во второй группе**

Коэффициент/ Показатель	<i>Возраст</i>	$K_{23}$	$K_{24}$	$K_{25}$	$K_{26}$	$K_{27}$	$K_{28}$	$K_{29}$	$K_{30}$
Среднее	17,191	3,626	5,378	12,952	0	2,555	2,189	5,095	0
Стандартная ошибка	0,112	0,773	0,832	2,226	0	0,324	0,409	1	0
Медиана	17	2,7	5,9	13	0	2,3	2	3	0
Мода	17	1	-	2	0	1	1	3	0
Стандартное отклонение	0,512	3,541	3,811	10,2	0	1,482	1,873	4,582	0
Дисперсия	0,262	12,535	14,521	104,05	0	2,197	3,51	20,991	0
Экссесс	0,603	4,071	-0,438	-0,242	-	0,084	0,121	-0,534	-
Асиммет- ричность	0,355	2,158	0,136	0,678	-	0,766	0,812	0,846	-
Интервал	2	12,7	13,7	34	0	5,16	6,75	15	0
Минимум	16	1	0	1	0	1	0	0	0
Максимум	18	13,7	13,7	35	0	6,16	6,75	15	0
Сумма	361	76,15	112,94	272	0	53,66	45,97	107	
Счет	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Надежность (95,0%)	0,233	1,612	1,735	4,643	0	0,675	0,853	2,086	0

Таблица 7.11

**Описательная статистика апостериорных данных исследования  
дивергентных интеллектуальных способностей обучаемых в третьей группе**

Коэффициент/ Показатель	<i>Возраст</i>	$K_{23}$	$K_{24}$	$K_{25}$	$K_{26}$	$K_{27}$	$K_{28}$	$K_{29}$	$K_{30}$
Среднее	16,96	5,024	8,294	21,48	0	2,028	1,993	4,556	0
Стандартная ошибка	0,122	0,84	0,71	1,943	0	0,337	0,265	0,573	0
Медиана	17	3,55	8,46	21	0	1,4	2	4	0
Мода	17	2	11,3	29	0	1,1	1	3	0
Стандартное отклонение	0,611	4,199	3,549	9,713	0	1,684	1,325	2,864	0
Дисперсия выборки	0,373	17,629	12,597	94,343	0	2,836	1,756	8,203	0
Эксцесс	0,013	1,239	-1,0403	0,189	-	8,775	0,636	0,625	-
Асиммет- ричность	0,015	1,412	0,1984	0,563	-	2,902	0,777	0,988	-
Интервал	2	15,7	12,43	40	0	7,3	5,5	11,1	0
Минимум	16	1	3,27	6	0	1	0	0,9	0
Максимум	18	16,7	15,7	46	0	8,3	5,5	12	0
Сумма	424	125,6	207,35	537	0	50,7	49,83	113,9	0
Счет	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Надежность (95,0%)	0,252	1,733	1,465	4,009	0	0,695	0,547	1,182	0

Таблица 7.12

**Описательная статистика апостериорных данных исследования  
дивергентных интеллектуальных способностей обучаемых в четвертой группе**

Коэффициент/ Показатель	<i>Возраст</i>	$K_{23}$	$K_{24}$	$K_{25}$	$K_{26}$	$K_{27}$	$K_{28}$	$K_{29}$	$K_{30}$
Среднее	21,111	2,241	5,839	17,611	0	1,506	1,833	4,611	0
Стандартная ошибка	2,309	0,385	0,649	2,023	0	0,181	0,248	0,578	0
Медиана	17,5	1,975	5,735	18	0	1,5	2	5	0
Мода	17	1	5,77	26	0	1	1	3	0
Стандартное отклонение	9,797	1,635	2,752	8,583	0	0,766	1,054	2,453	0
Дисперсия выборки	95,987	2,672	7,571	73,663	0	0,586	1,11	6,016	0
Эксцесс	15,164	2,568	-0,078	-1,458	-	2,297	-0,878	-0,595	-
Асиммет- ричность	3,786	1,775	0,815	0,003	-	1,247	-0,229	-0,326	-
Интервал	42	5,35	8,98	27	0	3,3	3,5	9	0
Минимум	17	1	2,22	5	0	0,2	0	0	0
Максимум	59	6,35	11,2	32	0	3,5	3,5	9	0
Сумма	380	40,33	105,11	317	0	27,1	32,99	83	0
Счет	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Надежность (95,0%)	4,872	0,813	1,368	4,268	0	0,381	0,524	1,22	0

На современном этапе развития психологии как науки исследование обучаемости является новым, поскольку существует небольшое количество методов ее диагностики, некоторые из которых не являются повсеместно используемыми.

Некоторые исследователи считают возможным говорить о двух видах обучаемости, которые основаны на разных нейрофизиологических механизмах функционирования психики человека и связаны с разными способами приобретения знаний:

- **эксплицитная обучаемость** – обучение осуществляется очень быстро с использованием инновационных методов, при этом включается произвольный, сознательный (осознанный) контроль процессов переработки информации;
- **имплицитная обучаемость** – обучение осуществляется медленно по заранее установленному алгоритму (программе), в условиях постепенного накопления информации и не осознаваемого человеком формирования знаний и навыков.

Для ИОС АДО практический интерес имеет выявление контингента обучаемых обладающих характерными признаками эксплицитной обучаемости.

Диагностика обучаемости реализуется двумя основными способами:

- посредством специального метода «Диагностическая программа» (Ю. Гутке и У. Волраб) – экспресс тест обучаемости, занимает 45 минут;
- посредством формирования психологического портрета соответствующего определенному виду обучаемости (сводится к выявлению предрасположенности испытуемого к определенному виду обучаемости и осуществляется на основе апостериорных данных диагностики значений параметров конвергентных и дивергентных способностей интеллекта и когнитивных стилей).

Когнитивный стиль представляет собой совокупность биполярных свойств личности, измеряемых посредством различных методов исследования (диагностики) в порядковых шкалах, формируемых и приобретающих устойчивость непосредственно в раннем онтогенезе, которые характеризуют индивидуальные особенности, подходы и способы переработки информации конкретным (определенным) человеком (рис. 7.7).

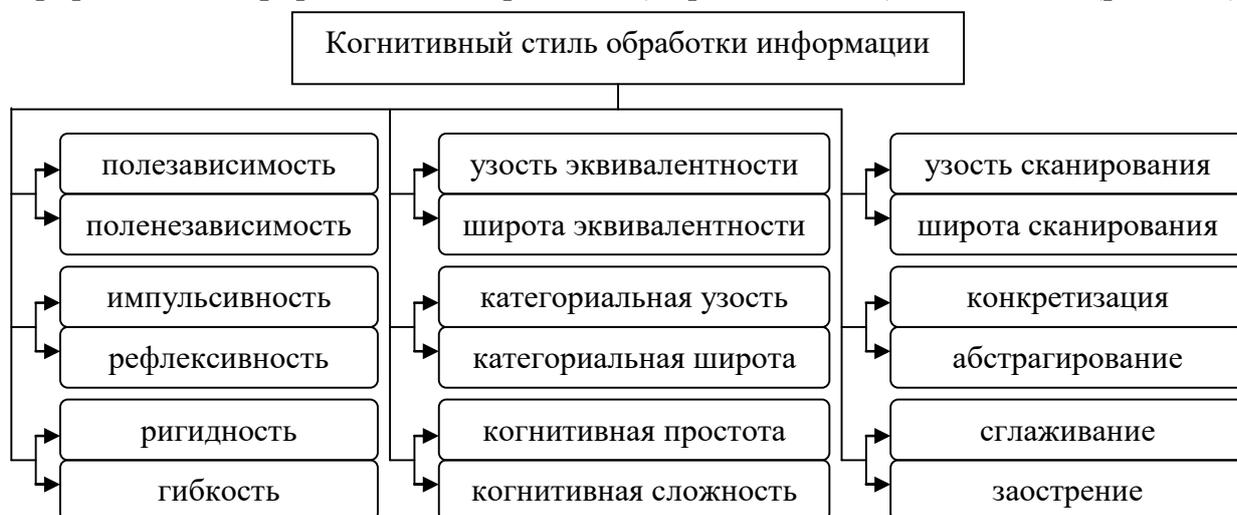


Рис. 7.7. Набор биполярных свойств, входящих в когнитивный стиль

Когнитивные стили выявляются посредством предъявления испытуемому последовательности вопросов входящих в определенный метод исследования, анализа корректности его ответов (результативности выполнения предложенных заданий), поэтому следует говорить о возможности диагностики (в форме тестирования) только степени выраженности одного из параметров выделенного биполярного стиля на основании номинального значения полученной оценки (параметра).

Методы исследования когнитивных стилей существенно дифференцируются как по содержанию формулировок заданий, так и по процедуре реализации исследования, а также по требуемому набору операций подлежащих выполнению испытуемому, а некоторые из них имеют нехарактерную основу для классического тестирования – слабо поддаются алгоритмизации и поэтому практически не имеют программной реализации, требуют значительных трудозатрат при обработке апостериорных данных.

Рассматривая степень выраженности отдельных биполярных свойств, выявленных у испытуемого, можно провести параллель между некоторыми параметрами КМ субъекта обучения и КМ средства обучения (инд. особенности переработки информации обуславливают необх. адаптивной генерации ОВ):

- полезависимость / полenezависимость (\*\*) – предъявление информационных фрагментов только по одной дисциплине без разделения во времени, но с ограничением продолжительности изучения (жесткая или произвольная последовательность изложения)/ предъявление ОВ по нескольким дисциплинам с разделением во времени и с ограничением продолжительности изучения информации (последовательность изучения информации определяется алгоритмом обучения в основе автоматизированного средства обучения);
  - импульсивность / рефлексивность – уменьшение/увеличение интервала отображения информационного фрагмента (или вопроса в режиме диагностики) в зависимости от объема содержащейся информации;
  - ригидность / гибкость (\*\*) – изложение информационных фрагментов с фиксированным видом и типом представляемой информации (строгая или произвольная последовательность)/ изложение информационных фрагментов различного вида и типа (произвольная или строгая последовательность);
  - конкретизация / абстрагирование – выбор шаблона с конкретным / абстрактным стилем изложения материала дисциплины (шаблон на основе глубины конкретизации при изложении содержания предмета изучения);
  - когнитивная простота / когнитивная сложность (\*) – выбор уровня изложения материала дисциплины и набора элементов в основе интерфейса (дополнительные средства навигации по информационным фрагментам);
  - категориальная узость / широта (\*) – выбор набора понятий и определений.
- (\*) – одновременно связан с выбором уровня изложения материала дисциплины.  
(\*\*) – одновременно связан со способом навигации в пределах курса.

#### **7.4.2. Специфика исследования параметров психологического портрета когнитивной модели средства обучения**

Психологический портрет КМ средства обучения характеризует способ представления последовательности информационных фрагментов контингенту обучаемых посредством алгоритма расположенного в основе средства обучения (ЭУ):

- вид информации – текст, таблица, плоская схема, объемная схема, звуковой поток как основной, звуковой поток как сопровождение, комбинированная схема, специальная схема отображения информации по предмету изучения;
- стиль представления информации – целостное / детализированное представление, автоматическое / ручное переключение предусматривающее установку интервала времени, постоянный / переменный тип информации (информационного фрагмента), глубокая конкретизация / абстрактное изложение, простота изложения / сложность изложения, широкий / узкий набор терминов используемых в процессе изложения;
- дополнительные возможности отображения – коррекция последовательности изучения элементов курса, навигация по курсу, добавление модулей, выбор вида информации, выбор стиля представления и выбор скорости представления;
- скорость представления информационных фрагментов – быстрая / медленная.

Репертуар параметров входящих в основу психологического портрета КМ средства обучения корректируется посредством использования методики исследования параметров КМ средства обучения в течении жизненного цикла программной реализации используемого средства обучения (ЭУ).

Расчет оптимального сочетания значений параметров отображения реализует модуль управления обработкой психологических параметров для обеспечения индивидуально-ориентированной генерации ОВ (рис. 6.6), входящий в состав процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов средства обучения.

Адаптивное средство обучения (ЭУ) обеспечивает репрезентацию информации различным способом адекватно потенциальным техническим возможностям средства обучения (КМ средства обучения) и ИОЛСО (КМ субъекта обучения), которые позволяют определить предрасположенность определенного человека к восприятию определенной информации отображаемой различным способом:

- текст – текстологическое содержание, которое отражает сущность и описание понятия, объекта, процесса или явления, подлежащего изучению;
- таблица – матрица определенной размерности включающая набор смежных ячеек рассматриваемых как несколько вертикальных столбцов (полей) имеющих определенные наименования и горизонтальных строк, каждая из которых содержит совокупность значений полей соответствующих каждому столбцу и образующих определенное количество записей по строке;
- схема – статическая или динамическая совокупность связанных информационных элементов представленных в двух-мерной или много-мерной системе координат и отражающих структуру изучаемого понятия, объекта или процесса.

## **7.5. Особенности исследования параметров лингвистического портрета когнитивных моделей субъекта и средства обучения**

Исследования в области искусственного интеллекта и лингвистики выдвинули актуальную задачу – моделирование языковых механизмов понимания текста.

Моделирование процесса понимания структуры и содержания текста предъявляет расширенные требования в области анализа диалогового взаимодействия на определенном национальном или искусственном языке, либо их диалектах.

В современной когнитивной лингвистике выделяют несколько перспективных направлений исследования особенностей организации и реализации диалога:

- моделирование диалога – понимают исследование коммуникативного акта представляющего собой последовательность коммуникативных шагов направленных на удовлетворение набора информационных потребностей между субъектами общения, выступающими дефицитными и профицитными по отношению к актуальной информации, преследующими определенные цели и выполняющими различные задачи в определенной среде общения;
  - в естественной среде – выступает в виде непосредственного (устная речь) или опосредованного (письмо) общения между коммуникаторами в определенных условиях естественной или искусственной (виртуальной) среды;
  - в искусственной среде – информационный обмен субъектов находящихся на АРМ посредством ИКТ с разделением во времени (эл. почта, конференция в режиме off-line) или диалог в реальном масштабе времени (конференция в режиме on-line с использованием аппаратуры передачи аудио- и видео-потока, позволяющей индицировать состояние всех коммуникаторов) по каналу связи определенного вида (спутниковый – сеть “Inmarsat”, кабельный – модем “xDSL” и коммутируемый – модем “Dial Up”);
  - в виртуальной среде – технологии виртуальной реальности (шлем “VR”);
- моделирование процесса понимания текста на национальном и иностранном языке;
  - выявление семантических, грамматических и лексических особенностей формирования текста на различных национальных и иностранных языках;
  - формирование словарей для перевода слов с одного языка на другой;
  - создание систем ретрансляции (перевода) текста с одного языка на другой;
  - выделение уровней представления, изложения и усвоения информационных фрагментов отражающих содержание предмета изучения;
- моделирование естественно-языковых интерфейсов понимания текста;
  - разработка методов распознавания естественно-языковых конструкций;
  - создание алгоритмов распознавания естественной речи;
  - разработка программной реализации процедур осуществляющих ретрансляцию текста с одного национального и иностранного языка на другой;
  - формирование словарей позволяющих сохранять и извлекать набор слов непосредственно для поддержки функционирования систем перевода.

### 7.5.1. Специфика исследования параметров лингвистического портрета когнитивной модели субъекта обучения

Исследование параметров лингвистического портрета КМ субъекта обучения (рис. 6.4) основано на использовании ряда специальных методов исследования имеющих теоретическое обоснование в рамках прикладной лингвистики, позволяющих выявить индивидуальный уровень владения языком и «общим кодом» (знание ключевых слов и определений) в ходе изложения материала, а также определить дружелюбность элементов интерфейса программного продукта при работе пользователя.

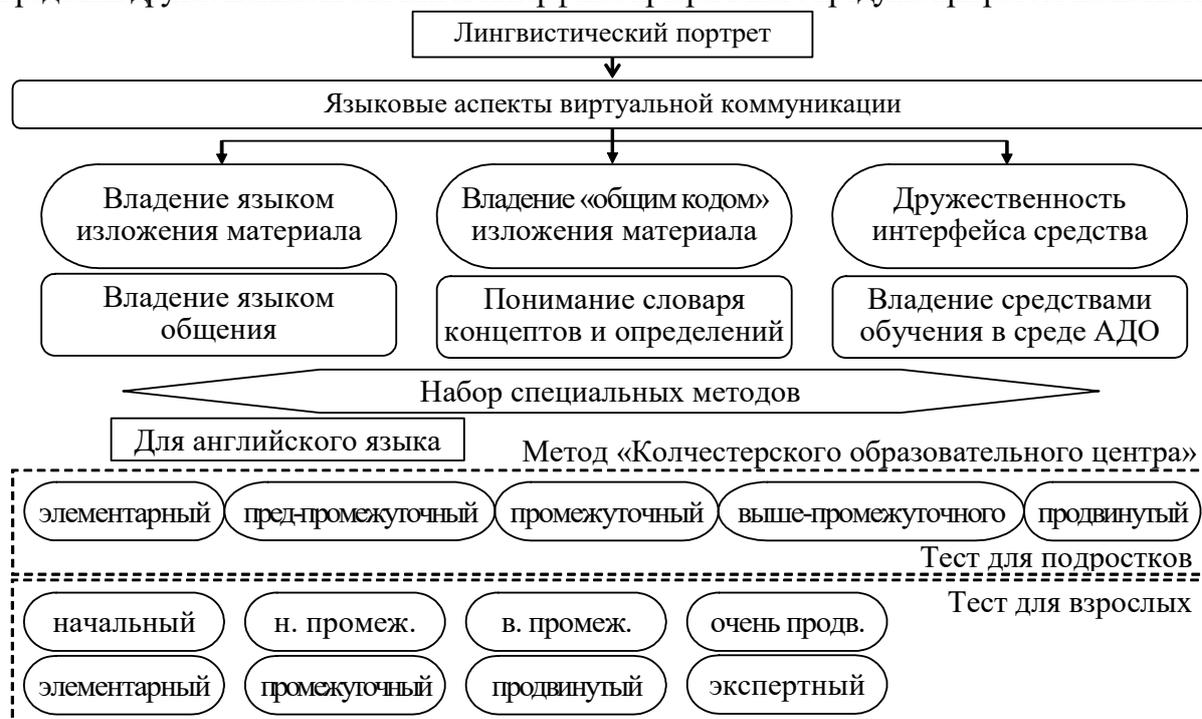


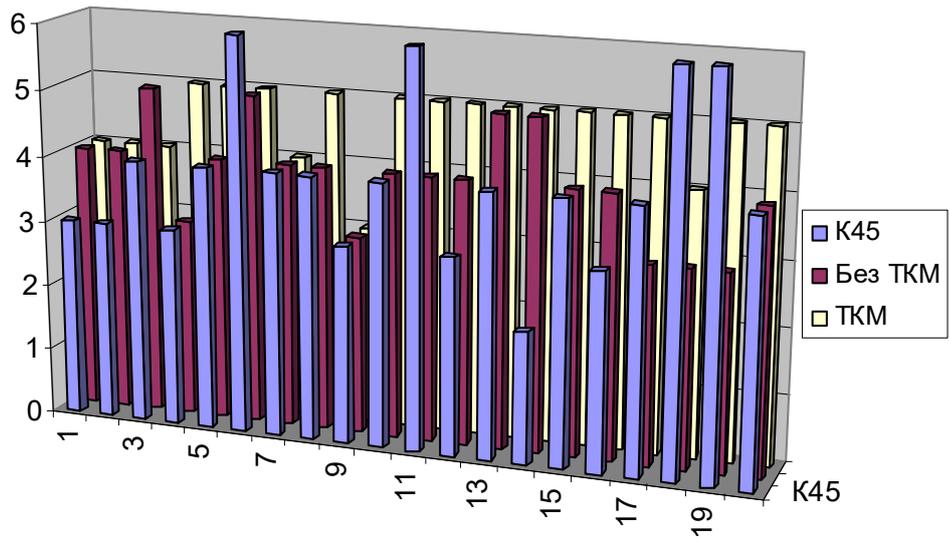
Рис. 7.8. Лингвистический портрет когнитивной модели субъекта обучения

Диагностика уровня владения языком изложения содержания предмета изучения осуществляется в форме тестов для различных категорий испытуемых, которые дифференцированы по уровню начальной подготовки в рамках определенного национального языка. При проведении экспериментальных исследований использовался метод «Колчестерского образовательного центра» (Соединенное королевство Великобритании и Северной Ирландии).

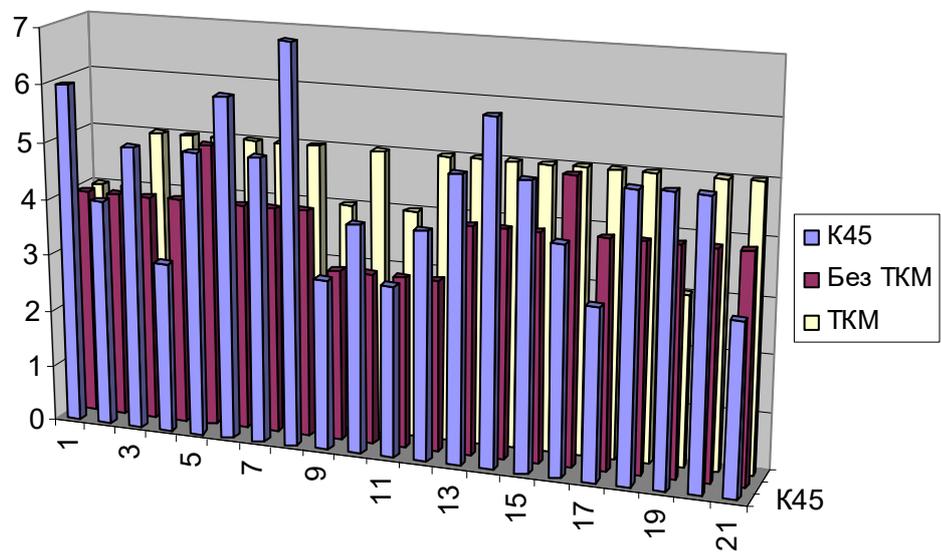
Диагностика уровня понимания набора ключевых терминов и определений, которые используются при изложении содержания предмета изучения или исследовании динамики функционирования объекта, процесса или явления обеспечивается за счет тестирования (промежуточного и итогового) на основе заранее подготовленной преподавателем (тьютором и методистом) выборки контрольных вопросов входящих в тест по определенному предмету изучения.

Непосредственно перед использованием определенного компонента системы АДО пользователей различных категорий необходимо ознакомить с содержанием руководства или технического описания к его программной реализации, а затем выявить уровень знаний и выработанных навыков при работе пользователя с элементами интерфейса средств обучения, выступающих компонентами системы АДО.

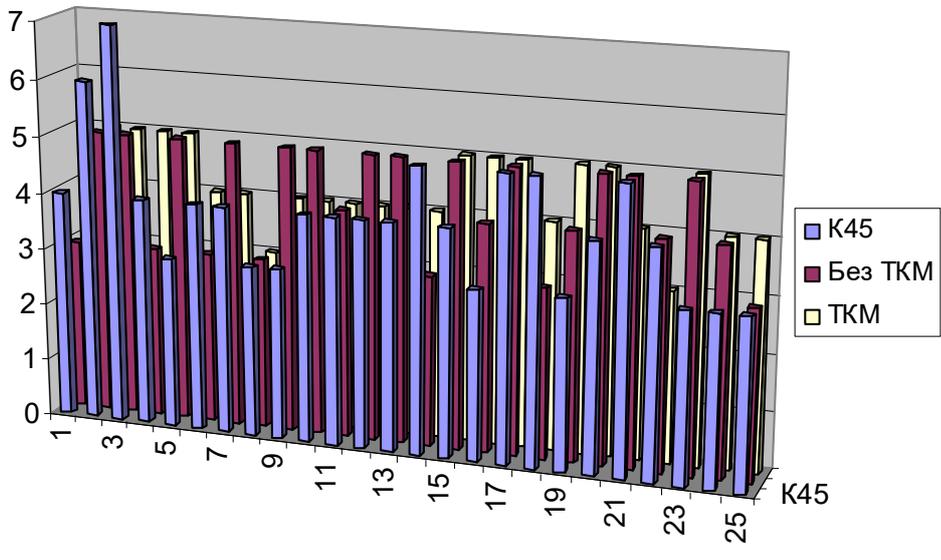
Автоматизация диагностики значений параметров лингвистического портрета КМ субъекта обучения достигается посредством использования прикладного ДМ (возможна реализация диагностики некоторых параметров с использованием основного ДМ).



a



б



B

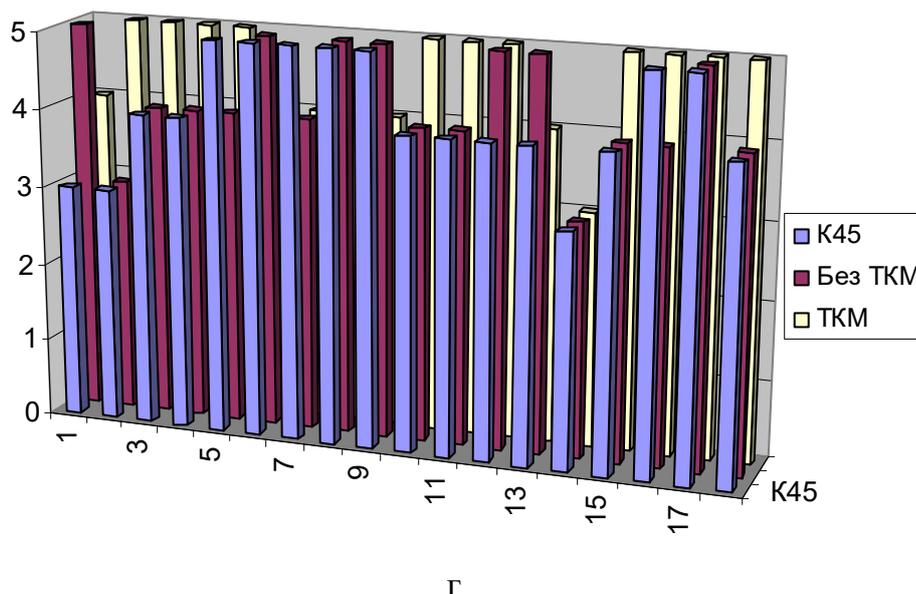


Рис. 7.9. Диаграмма, отражающая уровень владения языком изложения материала

В результате предварительной статистической обработки апостериорных данных диагностики уровня владения языком изложения информационных фрагментов отражающих содержание предмета изучения и УОЗО 1<sup>ой</sup>-4<sup>ой</sup> групп с применением ТКМ и без использования ТКМ получены описательные статистики представленные соответственно в табл. 7.13-7.16.

Таблица 7.13

**Описательная статистика апостериорных данных исследования  
уровня владения языком и уровня остаточных знаний обучаемых первой группы  
без использования ТКМ и с использованием ТКМ**

Коэффициент/ Показатель	Возраст	$K_{45}$ (верн.)	$K_{45}$ (неверн.)	$K_{45}$	$Y_1$ , без ТКМ	$Y_2$ , без ТКМ	$Y_3$ , с ТКМ
Среднее	17,100	44,7	35,3	4	3,95	4	4,65
Стандартная ошибка	0,124	2,88	2,88	0,262	0,154	0,145	0,131
Медиана	17,000	44,5	35,5	4	4	4	5
Мода	17,000	32	48	4	4	4	5
Стандартное отклонение	0,553	12,88	12,88	1,17	0,686	0,649	0,587
Дисперсия выборки	0,305	165,905	165,905	1,368	0,471	0,421	0,345
Экссесс	8,208	-0,546	-0,546	-0,222	-0,63	-0,279	1,636
Асиммет- ричность	2,164	0,357	-0,357	0,658	0,062	0	-1,521
Интервал	3,000	45	45	4	2	2	2
Минимум	16,000	22	13	2	3	3	3
Максимум	19,000	67	58	6	5	5	5
Сумма	342,000	894	706	80	79	80	93
Счет	20	20	20	20	20	20	20
Надежность (95,0%)	0,259	6,028	6,028	0,548	0,321	0,304	0,275

Таблица 7.14

**Описательная статистика апостериорных данных исследования  
уровня владения языком и уровня остаточных знаний обучаемых второй группы  
без использования ТКМ и с использованием ТКМ**

Коэффициент/ Показатель	<i>Возраст</i>	$K_{45}$ (верн.)	$K_{45}$ (неверн.)	$K_{45}$	$Y_1$ , <i>без ТКМ</i>	$Y_2$ , <i>без ТКМ</i>	$Y_3$ , <i>с ТКМ</i>
Среднее	17,191	48,714	31,286	4,571	3,905	4	4,714
Стандартная ошибка	0,112	2,769	2,769	0,254	0,118	0,154	0,122
Медиана	17	52	28	5	4	4	5
Мода	17	52	28	5	4	4	5
Стандартное отклонение	0,512	12,689	12,689	1,165	0,539	0,707	0,561
Дисперсия выборки	0,262	161,014	161,014	1,357	0,291	0,5	0,314
Эксцесс	0,603	-0,633	-0,633	-0,631	0,942	-0,807	3,182
Асимметрия	0,355	-0,399	0,399	0,124	-0,114	0	-1,92
Интервал	2	48	48	4	2	2	2
Минимум	16	23	9	3	3	3	3
Максимум	18	71	57	7	5	5	5
Сумма	361	1023	657	96	82	84	99
Счет	21	21	21	21	21	21	21
Надежность (95,0%)	0,233	5,776	5,776	0,53	0,245	0,322	0,255

Таблица 7.15

**Описательная статистика апостериорных данных исследования  
уровня владения языком и уровня остаточных знаний обучаемых третьей группы  
без использования ТКМ и с использованием ТКМ**

Коэффициент/ Показатель	<i>Возраст</i>	$K_{45}$ (верн.)	$K_{45}$ (неверн.)	$K_{45}$	$Y_1$ , <i>без ТКМ</i>	$Y_2$ , <i>без ТКМ</i>	$Y_3$ , <i>с ТКМ</i>
Среднее	16,96	44,68	35,32	4,04	4,52	4,08	4,28
Стандартная ошибка	0,122	2,051	2,051	0,204	0,117	0,152	0,136
Медиана	17	42	38	4	5	4	4
Мода	17	42	38	4	5	4	4
Стандартное отклонение	0,611	10,254	10,254	1,02	0,586	0,759	0,678
Дисперсия выборки	0,373	105,143	105,143	1,04	0,343	0,577	0,46
Эксцесс	0,013	0,196	0,196	1,745	-0,322	-1,179	-0,68
Асимметрия	0,015	0,916	-0,916	1,196	-0,759	-0,138	-0,41
Интервал	2	38	38	4	2	2	2
Минимум	16	32	10	3	3	3	3
Максимум	18	70	48	7	5	5	5
Сумма	424	1117	883	101	113	102	107
Счет	25	25	25	25	25	25	25
Надежность (95,0%)	0,252	4,233	4,233	0,421	0,242	0,314	0,28

Таблица 7.16

**Описательная статистика апостериорных данных исследования  
уровня владения языком и уровня остаточных знаний обучаемых четвертой группы  
без использования ТКМ и с использованием ТКМ**

Коэффициент/ Показатель	Возраст	$K_{45}$ (верн.)	$K_{45}$ (неверн.)	$K_{45}$	$Y_1$ , без ТКМ	$Y_2$ , без ТКМ	$Y_3$ , с ТКМ
Среднее	21,111	46,5	34,611	4,222	4,278	4,111	4,556
Стандартная ошибка	2,309	1,528	1,801	0,173	0,158	0,137	0,145
Медиана	17,5	46	35	4	4	4	5
Мода	17	45	35	4	4	4	5
Стандартное отклонение	9,797	6,483	7,64	0,732	0,669	0,583	0,616
Дисперсия выборки	95,987	42,029	58,369	0,536	0,448	0,34	0,379
Экссесс	15,164	-1,167	-0,552	-0,906	-0,564	0,413	0,387
Асиммет- ричность	3,786	-0,243	0,451	-0,383	-0,382	0,017	-1,085
Интервал	42	20	26	2	2	2	2
Минимум	17	35	25	3	3	3	3
Максимум	59	55	51	5	5	5	5
Сумма	380	837	623	76	77	74	82
Счет	18	18	18	18	18	18	18
Надежность (95,0%)	4,872	3,224	3,799	0,364	0,333	0,29	0,306

В результате математической обработки апостериорных данных диагностики уровня владения языком и УОЗО получены описательные статистики, характеризующие:

- в первой группе испытуемых – полученные значения медианы и моды для представленных выборок данных совпадают со средним арифметическим  $K_{45}$  – уровень владения языком изложения материала,  $Y_3^{TKM}$  – УОЗО;
- во второй группе испытуемых – наблюдаются незначительные отклонения рассчитанных значений медианы и моды числового ряда относительно значения среднего арифметического по выборкам показателей  $K_{45}$ ,  $Y_3^{TKM}$ ;
- в третьей группе испытуемых – имеется несущественное отклонение рассчитанных значений медианы и моды числового ряда относительно значения среднего арифметического по выборкам показателей  $K_{45}$ ,  $Y_1^{безTKM}$ ,  $Y_3^{TKM}$ ;
- в четвертой группе испытуемых – имеются отклонения рассчитанных значений медианы и моды числового ряда относительно значения среднего арифметического по выборкам показателей  $K_{45}$ ,  $Y_3^{TKM}$ .

Исключение составляет показатель, отражающий возраст испытуемых который в 1<sup>ой</sup>-3<sup>ей</sup> группах обуславливает увеличение остроконечности распределения значений, а в 4<sup>ой</sup> группе наблюдается правая асимметричность, вызванная наличием обучаемого с возрастом равным 59 лет, что является несущественным артефактом по отношению к другим параметрам, рассматриваемым при исследовании лингвистического портрета КМ субъекта обучения характеризующим некоторые ИОЛСО.

### **7.5.2. Специфика исследования параметров лингвистического портрета когнитивной модели средства обучения**

Лингвистический портрет КМ средства обучения характеризует технические возможности средства обучения при отображении информационных фрагментов, отражающих содержание предмета изучения на различных уровнях изложения с использованием различных наборов ключевых слов и определений, а также используя различные наборы элементов в основе интерфейса программы.

Модуль управления обработкой лингвистических параметров (рис. 6.6) расположен в основе процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов, обеспечивает расчет оптимального сочетания значений параметров предъявления информации, которая отражает содержание предмета изучения:

- уровень изложения материала – определяет сложность представления содержания предмета изучения контингенту обучаемых на основе их ИОЛСО;
- набор концептов и определений – характеризует совокупность терминов и определений, которые используются при изложении содержания предмета изучения, а также присутствуют в списке ключевых терминов и определений;
- набор элементов интерфейса – определяет сложность и насыщенность интерфейса программной реализации средства обучения (ЭУ) различными элементами, которые используются для реализации управления и навигации.

Расчет оптимального сочетания значений параметров предъявления информации ЭУ реализуется автоматически на основе параметров КМ средства обучения отражающих технические возможности средства обучения и параметров КМ субъекта обучения характеризующих ИОЛСО, в частности лингвистические особенности (параметры).

Если невозможно рассчитать некоторые значения параметров изложения содержания предмета изучения вследствие отсутствия значений параметров КМ субъекта обучения (предварительно не диагностировались), то используются значения по умолчанию параметров КМ средства обучения, которые предварительно устанавливаются конечным пользователем в режиме администрирования ЭУ для всех дисциплин (предметов изучения).

Разработанная архитектура адаптивного средства обучения предполагает наличие семантической модели представления данных, позволяющей извлекать и сохранять совокупность информационных фрагментов определенной структуры в БД комплекса программ, каждый из которых отражает содержание предмета изучения на различных уровнях сложности представления материала.

Переключение между разными уровнями изложения материала осуществляется автоматически или заранее устанавливается вручную в режиме администрирования.

Транзакционные и временные издержки при практическом использовании этого способа организации хранения и извлечения информации, предполагающего несколько уровней представления содержания дисциплины, окупаются при большом количестве потребителей образовательных услуг и единой ИОС, включающей несколько ОУч специализирующихся на определенной группе дисциплин.



Личная карточка испытуемого для регистрации апостериорных данных автоматизированного тестирования			
Группа № <u>6321</u> Дата: <u>14.12.2006</u>			
Фамилия: <u>Абатуров</u>			
Имя: <u>Василий</u>			
Отчество: <u>Сергеевич</u>			
Вариант: <u>1</u>		Код теста: УВМИ.	
Апостериорные результаты тестирования			
К1 (верных)	<u>71</u>	К4 (штраф.б.)	<u>3,07</u>
К2 (неверных)	<u>0</u>	К5 (уровень)	<u>6</u>
К3 (баллов)	<u>79,2</u>	К6 (оценка)	<u>6</u>

Личная карточка испытуемого для регистрации апостериорных данных автоматизированного тестирования			
Группа № <u>6321</u> Дата: <u>14.12.06</u>			
Фамилия: <u>Тручнев</u>			
Имя: <u>Вячеслав</u>			
Отчество: <u>Михайлович</u>			
Вариант: <u>С81</u>		Код теста: УВМИ.	
Апостериорные результаты тестирования			
К1 (верных)	<u>60</u>	К4 (штраф.б.)	<u>5,73</u>
К2 (неверных)	<u>20</u>	К5 (уровень)	<u>5</u>
К3 (баллов)	<u>63,4</u>	К6 (оценка)	<u>5</u>

Рис. 7.11. Личная карточка для регистрации апостериорных данных диагностики уровня остаточных знаний контингента обучаемых

Впоследствии каждой группе испытуемых ассоциировалась отдельная выборка апостериорных данных, подлежащая дальнейшей обработке. Для исследования динамики и тенденции изменения среднего балла (УОЗО) и его среднего квадратичного отклонения (СКО) за 3 года (2004-2006 г.) использовались 8 групп испытуемых дневного и вечернего потоков, изучающих дисциплину «Информатика».

Для решения задач первичной обработки сформированных выборок выполнялись: поиск аномальных выбросов (артефактов) в значениях измеряемых признаков, проверку соответствия определенному (нормальному) закону распределения значений измеряемого признака, расчету описательных статистик (мер центральной тенденции) для полученных выборок апостериорных данных.

Важнейшим этапом предварительного статистического анализа выступает соответствие нормальному закону распределения значений признаков и:

- вычисление критических значений асимметрии и эксцесса, построение графиков накопленных частот и квантильных графиков – степень соответствия нормальному закону распределения значений признаков определяется относительным расположением теоретической и эмпирической кривых;
- вычисление значения критерия Колмогорова-Смирнова и вероятность соответствия нормальному закону распределения – если значение допустимой вероятности  $\leq 0,05$ , то нет существенного отличия от нормального распределения.

Результаты первичной статистической обработки сформированных выборок с апостериорными данными позволяют говорить об отсутствии существенных неоднородностей, не позволяющих проводить дальнейшие исследования статистических закономерностей, согласно представленному плану математической обработки.

Анализ соответствия нормальному закону распределения чисел реализуется:

- аналитически – степень вариации асимметрии и эксцесса от критических значений;
- графически – квантильные графики и графики накопленных частот.

## **7.7. Особенности выбора методов статистического анализа сформированных выборок**

Современные процедуры математической обработки апостериорных данных посредством использования разных статистических методов алгоритмически сложны и обуславливают необходимость использования определенных средств автоматизации:

- пакеты математических программ – Mathcad 12, MathLab 13 и Mathematica 5.0;
- пакеты статистических программ – SPSS 15, Statistica 6.0 и SYSTAT 10.2.

Степень соответствия нормальному закону распределения значений в полученных выборках и значения рассчитанных описательных статистик позволяют ограничить множество целесообразных и приемлемых для использования методов статистического анализа с учетом требований и ограничений каждого из них.

Вычисление описательных статистик, выступающих мерами центральной тенденции распределения значений по выборкам с апостериорными данными позволяет выбрать шкалу измеряемого признака с учетом специфики исходных данных.

Дисперсионный анализ изменчивости результативности обучения под влиянием различных факторов требует соответствия нормальному закону распределения значений измеряемых параметров и гомогенности дисперсий в полученных дисперсионных комплексах, что фактически частично удовлетворяется, поэтому на данный момент не обуславливает целесообразность применения данного метода.

Факторный анализ позволяет выделить некоррелированную совокупность факторов в рамках предварительной подготовки к регрессионному и дискриминантному анализу, выступает средством редукции исходного набора исследуемых параметров, каждый из которых обуславливает влияние на результативность обучения.

Метод факторного анализа комплексно не использовался поскольку период проведения экспериментальных исследований непродолжителен и полученные результаты при использовании данного метода сложны для последующей интерпретации, а также не наблюдается существенного повышения значений КМК и КМД в ходе последующего регрессионного анализа нового пространства факторов.

Поскольку результативность обучения как зависимая величина может измеряться количественно (номинальное значение оценки УОЗО) и номинативно (наименование оценки УОЗО или группы обучаемых, образованной по значению оценки УОЗО), поэтому для выявления зависимостей оправданным является использование множественного регрессионного анализа, либо дискриминантного анализа.

Множественный регрессионный анализ предназначен для исследования взаимосвязи и прогнозирования результативности обучения в зависимости от значений набора различных факторов, выступая аналогом дисперсионного анализа. Приведены результаты его применения с использованием обратного пошагового метода.

Дискриминантный анализ выступает альтернативой множественного регрессионного анализа, если результативность обучения представлена номинативно – УОЗО позволяет предсказать группы отличников, хорошистов, троечников и двоечников.

## 7.8. Анализ динамики результативности обучения за несколько лет

Сбор результатов автоматизированного тестирования УОЗО и диагностики ИОЛСО осуществлялся посредством соответственно основного и прикладного ДМ, обеспечивающих регистрацию апостериорных данных в специализированные БД.

Для верификации используемых алгоритмов в основе компонентов комплекса программ, в частности для последующего выявления и исправления возможных ошибок разработаны специальные карточки (формы) для параллельной регистрации ответов контингента испытуемых и итоговых значений целевых показателей (коэффициентов), вычисленных автоматизированным способом расчета. Результаты статистической обработки апостериорных данных приводятся в табл. 7.17.

Таблица 7.17

### Результаты статистической обработки апостериорных данных эксперимента

Наименование показателя	Номер экспериментальной группы испытуемых							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Количество испытуемых в группе	26	28	22	25	27	23	21	24
Эксперимент №1 (без использования ТКМ)								
Средний балл $Y_1$	3,850	3,414	3,224	3,678	4,036	3,643	3,790	3,645
СКО среднего балла	0,867	0,178	1,958	0,879	0,577	0,783	1,679	1,047
Эксперимент №2 (с использованием ТКМ, личностная адаптация)								
Средний балл $Y_2$	4,041	3,674	3,357	3,786	4,157	3,853	3,821	3,743
СКО среднего балла	0,723	0,127	1,743	0,743	0,446	0,654	1,538	0,986
Итоговые результаты исследования								
Сравнительный показатель $k_1 = Y_2 - Y_1$	0,191	0,26	0,133	0,108	0,121	0,21	0,031	0,098
Относительный показатель $k_2 = \frac{Y_2}{Y_1}$	1,049	1,076	1,041	1,029	1,029	1,057	1,008	1,026
Абсолютный показатель $k_3 = \frac{Y_2 - Y_1}{Y_1} \cdot 100\%$	4,96	7,62	4,13	2,94	3,0	5,77	0,82	2,69
Изменение СКО среднего балла	-0,144	-0,051	-0,215	-0,136	-0,131	-0,129	-0,141	-0,061

Значения сравнительного, относительного и абсолютного показателей в табл. 7.17 свидетельствуют о повышении среднего балла на 0,82-7,62% и снижении СКО среднего балла после использования ТКМ.

Для исключения фактора случайности возникла необходимость дополнительных исследований, включающих анализ динамики изменения показателя результативности обучения за несколько лет, а также постановки и проведения серии экспериментов с целью оценки влияния различных факторов (параметров) на эффективность формирования знаний обучаемого.

Предварительно осуществлялся анализ динамики изменения показателя результативности обучения (УОЗО) за последние три года и оценивалась эффективность использования ТКМ в образовательном процессе (2006 г., группы 1, 2 and 3), результаты которого представлены в табл. 7.18.

Таблица 7.18

**Результаты предварительного статистического анализа  
результативности (адаптивного) обучения**

Наименование показателя	Номер группы испытуемых							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Показатели результативности обучения за 2004 год								
Количество обучаемых	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								
Количество обучаемых	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 трех группах)								
Количество обучаемых	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
Итоговые результаты 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	-0,0494	-0,287	-0,199	0,299	-0,042

В табл. 7.18 отражена результативность обучения за 2004, 2005 и 2006 годы, характеризующаяся УОЗО дневного (группы 1<sup>ая</sup>-6<sup>ая</sup>) и вечернего потоков (группы 7<sup>ая</sup>-8<sup>ая</sup>). Значения показателей за 2004-2005 г. в таблице свидетельствуют как о повышении на 3-7% (группы 1<sup>ая</sup>-3<sup>ья</sup>) так и понижении на 5-10% (группы 2<sup>ая</sup>, 4<sup>ая</sup>, 5<sup>ая</sup> и 6<sup>ая</sup>) результативности (адаптивного) обучения без использования ТКМ в ИОС.

В 2006 году при изложении содержания дисциплины «Информатика» использовалась ТКМ, на основе которой осуществлялась постановка и проведение серии экспериментов, а также статистическая обработка апостериорных результатов.

Экспериментальные исследования проводились в рамках отдельных разделов дисциплины «Информатика», информационные фрагменты по которой представлялись контингенту обучаемых посредством адаптивного средства обучения (ЭУ).

Для повышения наглядности изменения показателей эффективности обучения при использовании ТКМ в 2006 году (группы 1, 2 и 3) обеспечено увеличение уровня сложности при изложении изучаемого материала. Полученные данные (2005-2006 г.) свидетельствуют о резком снижении результативности обучения на 3-10% (группы 4<sup>ая</sup>-8<sup>ая</sup>) и его существенном повышении на 3-14% (группы 1<sup>ая</sup>-3<sup>ья</sup>).

Согласно предложенной методике исследования параметров КМ субъекта обучения (рис. 4.9) на этапе тестирования ИОЛСО диагностировались векторы параметров физиологического (острота зрения, поле зрения и цветоощущение), психологического (конвергентные и дивергентные интеллектуальные способности обучаемого) и лингвистического портретов (уровень владения языком) посредством прикладного ДМ с использованием прикладных методов, представленных на рис. 6.1.

На этапе анализа параметров физиологического портрета КМ субъекта обучения среди контингента испытуемых не выявлено субъектов с различными аномалиями восприятия информации зрительной и слуховой сенсорных систем.

Диагностика значений параметров психологического портрета КМ субъекта обучения позволила выявить уровень развития конвергентных и дивергентных интеллектуальных способностей, предрасположенность субъекта к определенному виду обучаемости, восприятию и обработке информации определенного вида и типа.

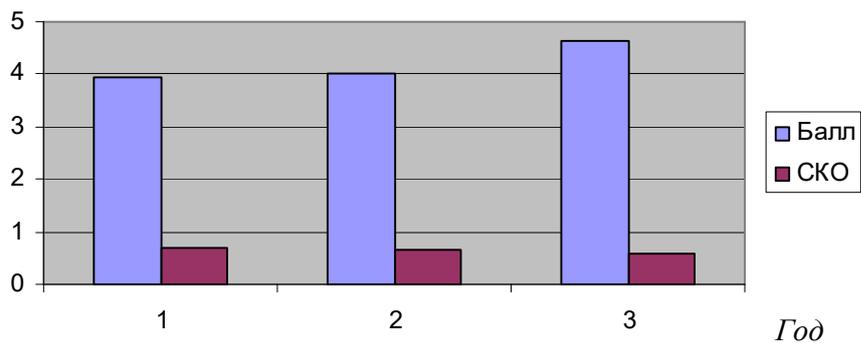
Исследование лингвистического портрета КМ направлено на выявление соответствия между уровнем изложения материала средством и уровнем владения языком субъекта. Изложение информации отражающей содержание предмета изучения осуществлялось на международном иностранном английском языке носителям русского языка.

На этапе адаптивного обучения осуществлялась автоматизированная репрезентация информационных фрагментов посредством адаптивного ЭУ, позволяющего учитывать параметры ИОЛСО (КМ субъекта обучения) и технические возможности средства обучения (КМ средства обучения). При репрезентации учебного материала в качестве основных использовались инф.-обр. воздействия нескольких видов: вербальный, табличный и схематический (плоскостной), при этом допустимо использование аудио- и видео-потоков.

На заключительном этапе осуществлялась автоматизированная диагностика УОЗО посредством основного ДМ, содержащего в своей основе две шкалы оценки:

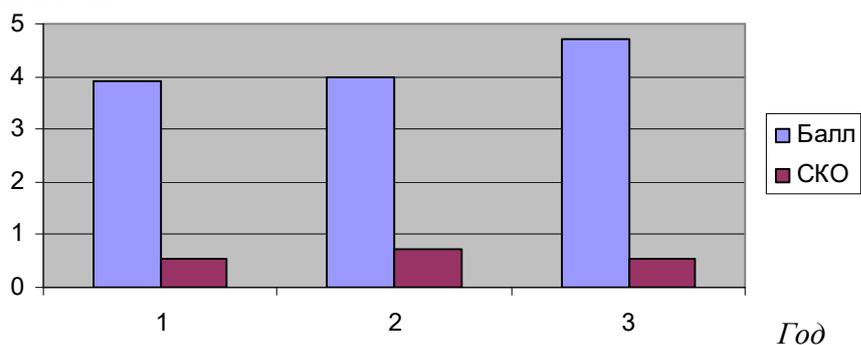
- стандартная шкала (грубая) – позволяет определить номинальное значение оценки УОЗО на основе суммы правильных ответов испытуемого на вопросы;
- бальная шкала (точная) – позволяет определить УОЗО на основе суммы набранных баллов за каждый правильный вариант ответа на вопрос метода исследования (теста) испытуемым.

**Динамика показателей результативности обучения  
первой группы за 3 года**  
Значение  
показателя



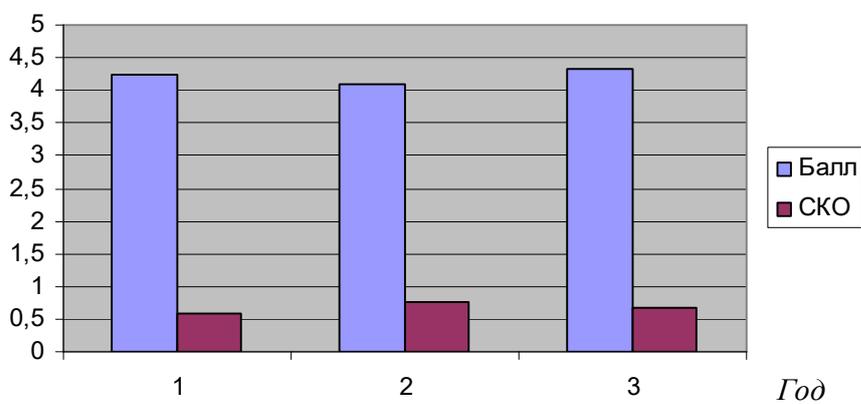
а

**Динамика показателей результативности обучения  
второй группы за 3 года**  
Значение  
показателя



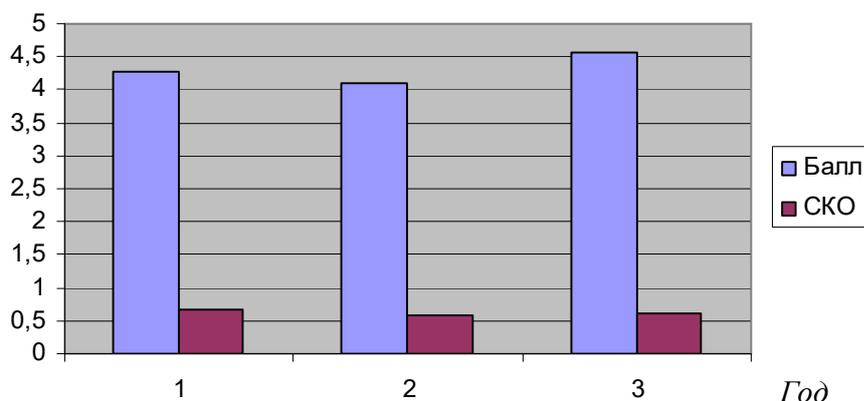
б

**Динамика показателей результативности обучения  
третьей группы за 3 года**  
Значение  
показателя



в

Динамика показателей результативности обучения  
 четвертой группы за 3 года



Г

Рис. 7.12. Динамика изменения результативности обучения за 3 года

Полученная графическая интерпретация динамики УОЗО и его среднего квадратического отклонения в 1<sup>ой</sup>-4<sup>ой</sup> группах испытуемых свидетельствует о существенном увеличении первого показателя и снижении второго.

Информационная структура предмета изучения включает набор информационных фрагментов отражающих содержание разделов, модулей и страниц входящих в описание предмета обучения. Каждому информационному фрагменту вводится в соответствие набор контрольных вопросов для реализации процедуры текущего, промежуточного и итогового тестирования.

Анализ ответов контингента испытуемых реализуется посредством набора алгоритмов и процедур анализа корректности, которые заложены в основе основного и прикладного ДМ. Алгоритмы и процедуры образуют процедурную основу в процессе функционирования ДМ и реализации автоматизированной диагностики.

Тестирование УОЗО предполагает использование одного из сформированных тестов по определенному предмету изучения, к которым предъявляются требования валидности (содержательной), надежности (ретестовой) и непротиворечивости.

Необходимым и достаточным условием возможности реализации тестирования выступает наличие автоматизированного класса обучения, оборудованного необходимым набором аппаратного, программного и алгоритмического обеспечения.

Применение различных математических методов, процедур и алгоритмов позволяет реализовать обработку апостериорных данных полученных в ходе автоматизированного тестирования УОЗО посредством использования основного ДМ и диагностики ИОЛСО посредством применения прикладного ДМ.

Далее представлены результаты глубокого статистического анализа данных.

## 7.9. Результаты регрессионного анализа

Регрессионный анализ обобщенной выборки апостериорных данных испытуемых по всем экспериментальным группам осуществлялся с целью реализации:

- выявления меры и значимости связи зависимой переменной с совокупностью независимых переменных – расчет коэффициента множественной корреляции (КМК);
- определения существенности вклада каждой независимой переменной в оценку зависимой переменной, а также отсева несущественных для предсказания независимых переменных – расчет регрессионных нестандартизованных коэффициентов  $\beta$ ;
- анализа точности предсказания УОЗО и вероятных ошибок оценки зависимой переменной – расчет коэффициента множественной детерминации (КМД), который позволяет объяснить долю дисперсии зависимой переменной, объясняемой вариацией совокупности независимых переменных;
- оценки (предсказания) неизвестных значений зависимой переменной по заранее известным значениям независимых переменных – запись регрессионного уравнения с учетом подстановки значений независимых переменных.

В результате проведенного регрессионного анализа полученные значения коэффициента множественной корреляции (КМК=0,558) и коэффициента множественной детерминации (КМД=0,312) свидетельствуют, что 31,2% дисперсии зависимой переменной  $Y$  (оценка уровня остаточных знаний) определяется вариацией значений предикторов ( $K_1$ - $K_5$ ) линейной регр. модели  $Y(K_1, \dots, K_5)$ .

Результаты расчета исходных ( $\beta$ ) и стандартизованных ( $\beta'$ ) коэффициентов линейной регрессионной модели  $Y$  представлены в табл. 7.19.

Таблица 7.19

### Номинальные значения исходных $\beta$ и стандартизованных коэффициентов $\beta'$

Показатель (предиктор)	$VOZR$	$K_7$	$K_8$	$K_9$	$K_{14}$	$K_{15}$	$K_{16}$	$K_{17}$	$K_{18}$	$K_{19}$
Исходный $\beta$ -коэффициент	-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 7.20

**Номинальные значения исходных  $\beta$  и стандартизованных коэффициентов  $\beta'$** 

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

Номинальное значение константы линейной регрессионной модели равно 4,653.

Затем предлагается сформировать линейное регрессионное уравнение позволяющее реализовать прогнозирование оценок УОЗО исходя из комбинации значений параметров КМ субъекта обучения, отражающих ИОЛСО.

Для реализации анализа необходимо обеспечить соответствие нормальному закону распределения анализируемых признаков.

Вариация номинальных значений различных независимых переменных оказывает влияние на номинальное значение результирующей (зависимой) переменной.

Предикторы в полученной линейной множественной регрессионной модели:  $VOZR = \text{Возраст}$ ,  $K_7 = P_7^1$  – ахромазия,  $K_8 = P_8^1$  – протанопия,  $K_9 = P_9^1$  – дейтеранопия,  $K_{14} = P_{14}^1$  – вербальный интеллект,  $K_{15} = P_{15}^1$  – вербальное дедуктивное мышление,  $K_{16} = P_{16}^1$  – вербальные комбинаторные способности,  $K_{17} = P_{17}^1$  – способность к рассуждению,  $K_{18} = P_{18}^1$  – аналитическое мышление,  $K_{19} = P_{19}^1$  – индуктивное мышление,  $K_{20} = P_{20}^1$  – мнемонические способности,  $K_{21} = P_{21}^1$  – плоскостное мышление,  $K_{22} = P_{22}^1$  – объемное мышление,  $K_{23} = P_{23}^1$  – ассоциативность,  $K_{24} = P_{24}^1$  – оригинальность,  $K_{25} = P_{25}^1$  – уникальность,  $K_{27} = P_{27}^1$  – ассоциативность,  $K_{28} = P_{28}^1$  – оригинальность,  $K_{29} = P_{29}^1$  – уникальность,  $K_{45} = P_{45}^1$  – уровень владения национальным или иностранным языком изложения, а фактором (зависимой переменной) выступает эффективность (результативность) обучения  $Y$ .

Тогда линейное уравнение множественной регрессии принимает вид:

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

или

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

## 7.10. Результаты дискриминантного анализа

Дискриминантный анализ обобщенной выборки апостериорных данных испытуемых по всем экспериментальным группам осуществляется с целью реализации:

- определения статистической значимости выделения классов по УОЗО;
- выяснения вклада каждой переменной в ходе дискриминантного анализа;
- вычисления расстояний между центроидами выделенных классов;
- наглядной интерпретации различий между классами отличников, хорошистов, троечников и двоечников на основе совокупности значений параметров КМ субъекта обучения и КМ средства обучения существенных для анализа;
- решения задачи классификации с использованием дискриминантных функций на основе набора полученных значений КМ субъекта обучения.

Проведенный дискриминантный анализ позволяет получить собственные значения канонических дискриминантных функций (табл. 7.21) и диаграмму относительного расположения центроидов классов (рис. 7.13), выделенных по показателю результативности обучения, позволяющую обеспечить наглядную интерпретацию различий между классами отличников, хорошистов, троечников и двоечников на основе совокупности номинальных значений параметров КМ субъекта обучения и КМ средства обучения существенных для анализа эффективности формирования знаний обучаемых в ИОС АДО.

Полученные канонические дискриминантные функции представлены в табл. 7.21.

Таблица 7.21

### Собственные значения для канонических дискриминантных функций (Eigenvalues)

Функция	Собственное значение	Доля дисперсии	Накопленная дисперсия	Корреляция
1	0,493	52,8	52,8	0,575
2	0,441	47,2	100,0	0,553

Информативность представленных канонических функций примерно равна.

Стандартизованные коэффициенты канонических функций (табл. 7.22) позволяют определить соотношение вкладов переменных в каждую из канонических функций.

Таблица 7.22

### Стандартизованные коэффициенты канонических дискриминантных функций

Функция	Показатель																									
	1	2	VOZR	K <sub>7</sub>	K <sub>8</sub>	K <sub>9</sub>	K <sub>14</sub>	K <sub>15</sub>	K <sub>16</sub>	K <sub>17</sub>	K <sub>18</sub>	K <sub>19</sub>	K <sub>20</sub>	K <sub>21</sub>	K <sub>22</sub>	K <sub>23</sub>	K <sub>24</sub>	K <sub>25</sub>	K <sub>27</sub>	K <sub>28</sub>	K <sub>29</sub>	K <sub>45</sub>				
1	0,435	0,295	0,321	0,211	0,938	0,996	-0,225	-0,371	-0,091	-0,600	0,505	-0,305	0,137	-0,213	0,517	-0,106	0,710	-0,408	-0,259	0,177	-0,276	0,145				
2	0,435	0,295	0,321	0,211	0,938	0,996	-0,225	-0,371	-0,091	-0,600	0,505	-0,305	0,137	-0,213	0,517	-0,106	0,710	-0,408	-0,259	0,177	-0,276	0,145				

Графическая интерпретация позволяет проанализировать полученные канонические дискриминантные функции и визуально оценить качество классификации по плотности распределения объектов внутри каждого класса и по условной границе между ними.

### Канонические дискриминантные функции

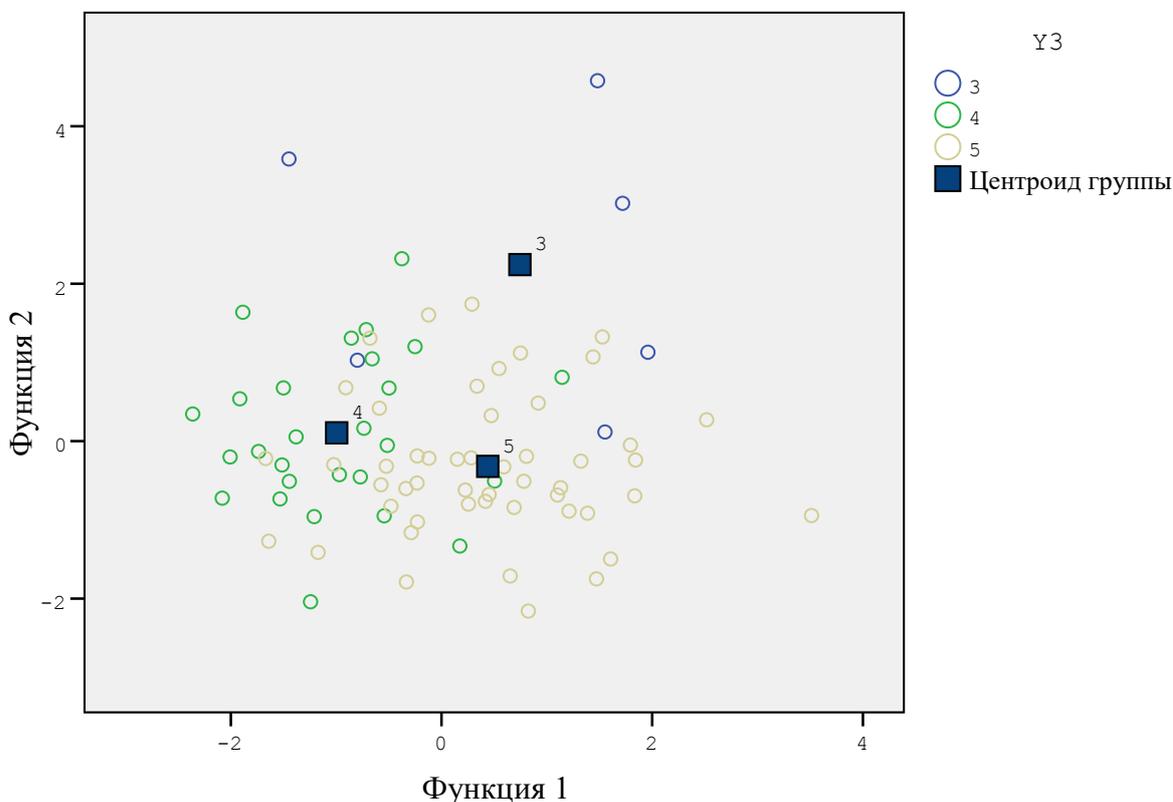


Рис. 7.13. Диаграмма распределения центроидов классов в пространстве канонических дискриминантных функций

Статистический анализ апостериорных данных полученных в ходе практического использования результатов исследования в учебном процессе «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"» и «МБИ» позволяют сделать следующие выводы:

- эффективное использование ТКМ в автоматизированной ИОС предполагает модификацию ИОС АДО и модернизацию электронных средств обучения и УМП;
- степень влияния параметров КМ на эффективность обучения зависит от контингента обучаемых и носит индивидуальный характер;
- повышение эффективности формирования знаний обучаемых с использованием ТКМ содержащей алгоритмы и методики определяется возможностями средств ИОС, контентом ЭУ содержащим структурированную информацию по циклу дисциплин адекватно целям обучения, варьируемым в соответствии с алгоритмами в основе различных компонентов, методиками, учебными планами и рабочими программами.

Подробно результаты математической обработки апостериорных данных посредством использования допустимых различных статистических методов представлены в авторском отчете по индивидуальной инициативной НИР.

## Заключение

В результате проведенного научного исследования проведен анализ теоретических положений создания и принципов функционирования адаптивных и интеллектуальных средств обучения в основе автоматизированных информационных сред ОУч, а также проблематика их внедрения, практического использования и сопровождения.

Разработана структура среды автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе параметрических КМ субъекта обучения и КМ средства обучения.

Представлены модификации подлежащие осуществлению по отношению к организации ИОС и технологии формирования знаний контингента обучаемых для последующей реализации контура адаптации в системе АДО на основе БПКМ, позволяющего учитывать УОЗО и непосредственно ряд ИОЛСО.

Представлены физиологические, психологические и лингвистические аспекты информационного взаимодействия между субъектами и средствами ИОС системы АДО.

Выявлены факторы (параметры КМ), оказывающие существенное влияние на эффективность формирования знаний обучаемых в ИОС системы АДО.

Разработаны принципы (алгоритмы) функционирования основных компонентов ИОС системы АДО (ЭУ и ДМ), а также процессор адаптивной репрезентации информационных фрагментов, позволяющие реализовать автоматизированное индивидуально-ориентированное обучение контингента обучаемых.

Среди полученных научных и практических результатов выделяются: ТКМ, включающая набор методик и алгоритмов; БПКМ, включающий структуры КМ субъекта обучения и КМ средства обучения; комплекс программ, содержащий адаптивное средство обучения (ЭУ), основной ДМ и прикладной ДМ, которые разрабатывались в ходе моего диссертационного исследования.

Разработано методическое обеспечение дисциплины «Информатика», включая учебник, курс лекций, экзаменационные билеты, практические задания и три методических указания к лабораторным работам. Осуществлено практическое использование научных и практических результатов в учебном процессе «МБИ» и «СПБГЭТУ "ЛЭТИ"».

Как показала практика, бальная шкала оценки в основе основного ДМ существенно повышает точность диагностики УОЗО, которая возрастает с увеличением количества вопросов с множеством правильных вариантов ответа. При этом учитывается выбор неправильного варианта ответа испытуемым (формируется сумма штрафных баллов) и предусматривается отображение объяснения.

Опубликованы и обнародованы работы в материалах конференций различного уровня, научные статьи и монографии, которые легли в основу докторской работы.

Проведен статистический анализ апостериорных данных, свидетельствующий о степени влияния некоторых факторов на эффективность формирования знаний. Выявлена динамика результативности обучения контингента обучаемых за 3 года.

Сформировано уравнение регрессии, позволяющее обеспечить прогнозирование результативности обучения с учетом параметров КМ субъекта обучения и КМ средства обучения.

## Библиографический аппарат

### А. Перечень источников литературы

1. Амамия М. Архитектура ЭВМ и искусственный интеллект / Амамия М., Танака Ю.; Под ред. Н.Г. Волкова. – М.: Мир, 1993. – 397 с.
2. Анастаси А. Психологическое тестирование / А. Анастаси, С. Урбина. – СПб.: Питер, 2005. – 686 с.
3. Андрианов Ю.Н. и др. Физиология сенсорных систем: Учеб. пособие для ВУЗов / Под общ. ред. Я.А. Альтмана. – СПб.: Паритет, 2003. – 349 с.
4. Аничкин С.А. Протоколы информационно-вычислительных сетей: Справочник / Под ред. И.А. Мизина, А.П. Кулешова. – М.: Радио и связь, 1990. – 502 с.
5. Аршинов В.И. и др. Когнитивные процессы / под ред. В.И. Аршинова – 2004. – 410 с.
6. Башмаков А.И. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем. – М.: Филин, 2003 – 630 с.
7. Берков В.Ф. и др. Логика: Учеб. для ВУЗов / Под общ. ред. проф. В.Ф. Беркова. – 6<sup>е</sup> изд. – Минск: ТетраСистемс, 2002. – 415 с.
8. Бершадский А.М., Кревский И.Г. Дистанционное образование на базе новых информационных технологий: Учеб. пособие / М-во общ. и проф. образования Рос. Федерации. Пенз. гос. техн. ун-т. – Пенза: ПГТУ, 1997. – 55 с.
9. Бурлачук Л.Ф. Психодиагностика: Учеб. для ВУЗов / Л.Ф. Бурлачук. – СПб.: Питер, 2006. – 349 с.
10. Гик М.Л. Когнитивные основы переноса знаний. – М.: ИНИОН РАН, 1990. – 67 с.
11. Глушков В.М. и др. Алгебра. Языки. Программирование. – Ин-т кибернетики им. В.М. Глушкова АН УССР. – 3<sup>е</sup> изд., перераб. и доп. – Киев: Наукова думка, 1989. – 376 с.
12. Глушков В.М. Кибернетика: Вопр. теории и практики / Отв. ред. В.С. Михалевич; АН СССР. – М.: Наука, 1986. – 477 с.
13. Городецкий В.И. Технология искусственного интеллекта для управления последовательно-параллельными процессами. – СПб.: СПб ассоциация искусственного интеллекта, 1992. – 36 с.
14. Довгялло А.М. Основы учебной информатики и вычислительной техники / Под общ. ред. П.И. Сердюкова. – Киев: Выща школа, 1990. – 175 с.
15. Дружинин В.Н. Когнитивные способности: структура, диагностика, развитие.- М.: ПЕР СЭ; СПб.: ИМАТОН-М, 2001 – 223 с.
16. Ершов А.П. Концепция использования средств вычислительной техники в сфере образования: информатизация образования. – Новосибирск: Препринт ВЦ СО АН СССР, 1990. – 58 с.
17. Измайлов Ч.А. Психофизиология цветового зрения. – М.: Изд. МГУ, 1989. – 205 с.
18. Информационные методы в управлении качеством: монография / В.Г. Григорович, С.В. Юдин, Н.О. Козлова, В.В. Шильдин; под ред. В.Г. Григоровича. – М.: Стандарты и качество, 2001. – 206 с.

19. Информационный рынок в России / Ю.М. Арский, Р.С. Гиляревский, В.С. Егоров; РАН, ВИНТИ, Гос. ком. РФ по науке и технологиям. – М.: Изд. РАН, 1996. – 293 с.
20. Каймин В.А. Технология разработки учебных программных средств. – М.: ИНФО, 1987. – 205 с.
21. Когнитивная психология памяти / под ред. Ульриха Найссера и Айры Хаймен; 2<sup>е</sup> междунар. изд. – Москва: Олма-Пресс, 2005. – 639 с.
22. Корнилова Т.В. Принятие интеллектуальных решений в диалоге с компьютером. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 191 с.
23. Кроль В.М. Психология: учеб. пособие для студентов ВУЗов. – М.: Высшая школа, 2005. – 735 с.
24. Кроль В.М. Психофизиология человека: учеб. пособие для студентов не психол. ВУЗов / В.М. Кроль. – СПб.: Питер-Принт, 2003. – 302 с.
25. Кроль В.М. Психофизиологические аспекты разработки визуального пользовательского интерфейса нового поколения // Пользовательский интерфейс: исследование, проектирование, реализация, 1993, №3.
26. Методы психологической диагностики: Сб. ст. / Ин-т психологии РАН; Отв. ред. Дружинин В.Н., Галкина Т.В. – М.: ИП РАН, 1993 – 85 с., 1994 – 181 с.
27. Норенков И.П. Информационные технологии в образовании: учебное пособие / И.П. Норенков, А. М. Зимин. – М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 351 с.
28. Осуга С., Саэки Ю., Судзуки Х. Приобретение знаний / Под ред. Н.Г. Волкова. – М.: Мир, 1993. – 303 с.
29. Попов Э.В. Общение с ЭВМ на естественном языке / Э.В. Попов. – 2<sup>е</sup> изд., стер. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 358 с.
30. Романова Н.Г. Физиология сенсорных систем: учебное пособие; Министерство образования и науки РФ. Тамбовский гос. ун-т им. Г.Р. Державина. – Тамбов: Изд-во ТГУ, 2004. – 170 с.
31. Семенов В.В. Компьютерные технологии в дистанционном обучении. – М.: НИИВО, 1997. – 220 с.
32. Семькина Е.Ю. Психофизиология восприятия: учебное пособие; М-во образования Рос. Федерации, Магнитогор. гос. ун-т. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорского государственного университета, 2003. – 107 с.
33. Смирнов В.М. Физиология сенсорных систем и высшая нервная деятельность: учеб. пособие / В.М. Смирнов. – М.: Академия, 2003. – 303 с.
34. Холодная М.А. Психология интеллекта: парадоксы исследования. – М.: Изд-во "Барс", 1997, СПб.: Изд-во "Питер", 2002. – 264 с.
35. Шкуратова И.П. Когнитивный стиль и общение / Отв. ред. В.А. Лабунская; РАО. Юж. отд-ние, Рост. гос. ун-т. – Ростов н/Д, 1994. – 154 с.

## Б. Учебные пособия и научные монографии

36. Ветров А.Н. Особенности системного, финансового и сложного анализа на основе технологии когнитивного моделирования: Сборник научных докладов и мультимедиа-презентаций (слайдов) на правах научной монографии (физико-математические, технические и экономические науки) / А.Н. Ветров; «ГМО "АКЕН"». – СПб.: «ГМО "АКЕН"», «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», «МБИ», 2003. – 13 с. (+ 5 слайдов) [(не)опубликованные материалы на международную научно-практическую конференцию «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения)» «МАН ВШ» 2003 г. («МБИ»), (не)опубликованные материалы на международную научно-методическую конференцию «Современное образование: содержание, технологии, качество» «МАН ВШ» 2003 г. («СПбГЭТУ "ЛЭТИ"»)], (спец. 01.02.01, 05.13.01, 05.13.10, 19.00.02 (19.00.03), 08.00.10).
37. Ветров А.Н. Факторы успеха в образовательной деятельности современного ВУЗа: Тенденции развития информационной среды дистанционного образования / А.Н. Ветров, Н.А. Ветров; под ред. члена-корр. «МАН ВШ» И.Н. Захарова. – СПб: Изд-во «МБИ», 2004. – С.54-65 (13 с.), (естественные, технические, гуманитарные, социальные и медицинские науки).
38. Ветров А.Н. Факторы успеха в образовательной деятельности современного ВУЗа: Когнитивная модель для адаптивных систем дистанционного обучения / А.Н. Ветров, Е.Е. Котова; под ред. члена-корр. «МАН ВШ» И.Н. Захарова. – СПб: Изд-во «МБИ», 2004. – С.65-78 (15 с.), (естественные, технические, гуманитарные, социальные и медицинские науки).
39. Ветров А.Н. Особенности системного, финансового и сложного анализа на основе технологии когнитивного моделирования: Сборник научных докладов и мультимедиа-презентаций (слайдов) на правах научной монографии (физико-математические, технические и экономические науки) / А.Н. Ветров; «ГМО "АКЕН"». – СПб.: «ГМО "АКЕН"», «МБИ», 2004. – 13 с. (+ 23 слайда) [(не)опубликованные материалы на международную научно-практическую конференцию «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения)» «МАН ВШ» 2004 г. («МБИ»), (не)опубликованные материалы на международную научно-методическую конференцию «Управление качеством в современном ВУЗе» «МАН ВШ» 2004 г. («МБИ»)], (спец. 01.02.01, 05.13.01, 05.13.10, 19.00.02 (19.00.03), 08.00.10).
40. Ветров А.Н. Особенности системного, финансового и сложного анализа на основе технологии когнитивного моделирования: Сборник научных докладов и мультимедиа-презентаций (слайдов) на правах научной монографии (физико-математические, технические и экономические науки) / А.Н. Ветров; «ГМО "АКЕН"». – СПб.: «ГМО "АКЕН"», «МБИ», 2005. – 9 с. (+ 12 слайдов) [(не)опубликованные материалы на международную научно-практическую конференцию «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения)» «МАН ВШ» 2005 г. («МБИ»), (не)опубликованные материалы на международную научно-методическую конференцию «Управление качеством в современном ВУЗе» «МАН ВШ» 2005 г. («МБИ»)], (спец. 01.02.01, 05.13.01, 05.13.10, 19.00.02 (19.00.03), 08.00.10).

41. Ветров А.Н. Особенности системного, финансового и сложного анализа на основе технологии когнитивного моделирования: Сборник научных докладов и мультимедиа-презентаций (слайдов) на правах научной монографии (физико-математические, технические и экономические науки) / А.Н. Ветров; «ГМО "АКЕН"». – СПб.: «ГМО "АКЕН"», «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», «МБИ», 2006. – 16 с. (+ 74 слайда) [(не)опубликованные материалы на международную научно-практическую конференцию «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения)» «МАН ВШ» 2006 г. («МБИ»), (не)опубликованные материалы на международную научно-методическую конференцию «Современное образование: содержание, технологии, качество» «МАН ВШ» 2006 г. («СПбГЭТУ "ЛЭТИ"»), (не)опубликованные материалы на международную научно-методическую конференцию «Управление качеством в современном ВУЗе» «МАН ВШ» 2006 г. («МБИ»)], (спец. 01.02.01, 05.13.01, 05.13.10, 19.00.02 (19.00.03), 08.00.10).
42. Ветров А.Н. Особенности развития теории информации и информационных технологий на пороге XXI<sup>го</sup> века: Монография (философские науки) (спец. 01.02.01, 05.13.01, 05.13.10, 19.00.02 (19.00.03), 08.00.10) / А.Н. Ветров; «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"». – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2004, М.: «ВИНИТИ "РАН"», 2004, М.: «Российское авторское общество», 2007. – 141 с.: ил. – Библиогр. 16 назв. – Рус. – Деп. во «"ВИНИТИ "РАН"» и «РАО».
43. Ветров А.Н. Среда автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей: Монография (технические науки) (спец. 05.13.01, 05.13.10, 19.00.02 (19.00.03)) / А.Н. Ветров; «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"». – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2005, М.: «ВИНИТИ "РАН"», 2005, М.: «Российское авторское общество», 2007. – 256 с.: ил. – Библиогр. 68 назв. – Рус. – Деп. во «"ВИНИТИ "РАН"» и «РАО».
44. Ветров А.Н. Средства автоматизации системного анализа информационно-образовательной среды на основе технологии когнитивного моделирования: Сборник научных статей на правах научной монографии (физико-математические и технические науки) / А.Н. Ветров; «ГМО "АКЕН"». – СПб.: «ГМО "АКЕН"», «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», «МБИ», 2005, 2006, 2007. – 64 с.: ил. – Библиогр. 57 назв. – Рус. (спец. 05.13.01 и 19.00.02 (19.00.03)).

45. Ветров А.Н. Особенности системного, финансового и сложного анализа на основе технологии когнитивного моделирования: Сборник научных докладов и мультимедиа-презентаций (слайдов) на правах научной монографии (физико-математические, технические и экономические науки) / А.Н. Ветров; «ГМО "АКЕН"». – СПб.: «ГМО "АКЕН"», «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», «МБИ», 2007, 2008. – 22 с. (+ 79 слайдов) [(не)опубликованные материалы на международную научно-практическую конференцию «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения)» «МАН ВШ» 2007 г. и 2008 г. («МБИ»), (не)опубликованные материалы на международную научно-методическую конференцию «Современное образование: содержание, технологии, качество» «МАН ВШ» 2007 г. и 2008 г. («СПбГЭТУ "ЛЭТИ"»), (не)опубликованные материалы на международную научно-методическую конференцию «Управление качеством в современном ВУЗе» «МАН ВШ» 2007 г. и 2008 г. («МБИ»)], (спец. 01.02.01, 05.13.01, 05.13.10, 19.00.02 (19.00.03), 08.00.10).
46. Ветров А.Н. Средства автоматизации системного анализа информационно-образовательной среды на основе технологии когнитивного моделирования: Сборник научных статей на правах научной монографии (физико-математические и технические науки) / А.Н. Ветров; «ГМО "АКЕН"». – СПб.: «ГМО "АКЕН"», «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», «МБИ», 2008. – 59 с.: ил. – Библиогр. 33 назв. – Рус. (спец. 05.13.01 и 19.00.02 (19.00.03)).
47. Ветров А.Н. Особенности системного, финансового и сложного анализа на основе технологии когнитивного моделирования: Сборник научных докладов и мультимедиа-презентаций (слайдов) на правах научной монографии (физико-математические, технические и экономические науки) / А.Н. Ветров; «ГМО "АКЕН"». – СПб.: «ГМО "АКЕН"», «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», «МБИ», 2009. – 17 с. (+ 163 слайда) [(не)опубликованные материалы на международную научно-практическую конференцию «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения)» «МАН ВШ» 2009 г. («МБИ»), (не)опубликованные материалы на международную научно-методическую конференцию «Современное образование: содержание, технологии, качество» «МАН ВШ» 2009 г. («СПбГЭТУ "ЛЭТИ"»), (не)опубликованные материалы на международную научно-методическую конференцию «Управление качеством в современном ВУЗе» «МАН ВШ» 2009 г. («МБИ»)], (спец. 01.02.01, 05.13.01, 05.13.10, 19.00.02 (19.00.03), 08.00.10).
48. Ветров А.Н. Средства автоматизации системного и финансового анализа информационно-образовательных сред и (кредитных) организаций на основе технологии когнитивного моделирования: Сборник научных статей на правах научной монографии (физико-математические, технические и экономические науки) / А.Н. Ветров; «ГМО "АКЕН"». – СПб.: «ГМО "АКЕН"», «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», «МБИ», 2009. – 101 с.: ил. – Библиогр. 56 назв. – Рус. (спец. 05.13.01, 19.00.02 (19.00.03) и 08.00.10).

49. Ветров А.Н. Особенности системного, финансового и сложного анализа на основе технологии когнитивного моделирования: Сборник научных докладов и мультимедиа-презентаций (слайдов) на правах научной монографии (физико-математические, технические и экономические науки) / А.Н. Ветров; «ГМО "АКЕН"». – СПб.: «ГМО "АКЕН"», «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», «МБИ», 2010. – 16 с. (+ 82 слайда) [(не)опубликованные материалы на международную научно-практическую конференцию «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения)» «МАН ВШ» 2010 г. («МБИ»), (не)опубликованные материалы на международную научно-методическую конференцию «Современное образование: содержание, технологии, качество» «МАН ВШ» 2010 г. («СПбГЭТУ "ЛЭТИ"»), (не)опубликованные материалы на международную научно-методическую конференцию «Управление качеством в современном ВУЗе» «МАН ВШ» 2010 г. («МБИ»)], (спец. 01.02.01, 05.13.01, 05.13.10, 19.00.02 (19.00.03), 08.00.10).
50. Ветров А.Н. Особенности системного, финансового и сложного анализа на основе технологии когнитивного моделирования: Сборник научных докладов и мультимедиа-презентаций (слайдов) на правах научной монографии (физико-математические, технические и экономические науки) / А.Н. Ветров; «ГМО "АКЕН"». – СПб.: «ГМО "АКЕН"», «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», «МБИ», 2011. – 21 с. (+ 185 слайдов) [(не)опубликованные материалы на международную научно-практическую конференцию «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения)» «МАН ВШ» 2011 г. («МБИ»), (не)опубликованные материалы на международную научно-методическую конференцию «Современное образование: содержание, технологии, качество» «МАН ВШ» 2011 г. («СПбГЭТУ "ЛЭТИ"»), (не)опубликованные материалы на международную научно-методическую конференцию «Управление качеством в современном ВУЗе» «МАН ВШ» 2011 г. («МБИ»)], (спец. 01.02.01, 05.13.01, 05.13.10, 19.00.02 (19.00.03), 08.00.10).
51. Ветров А.Н. Особенности системного, финансового и сложного анализа на основе технологии когнитивного моделирования: Сборник научных докладов и мультимедиа-презентаций (слайдов) на правах научной монографии (физико-математические, технические и экономические науки) / А.Н. Ветров; «ГМО "АКЕН"». – СПб.: «ГМО "АКЕН"», «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», «МБИ», 2012. – 26 с. (+ 107 слайдов) [(не)опубликованные материалы на международную научно-практическую конференцию «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения)» «МАН ВШ» 2012 г. («МБИ»), (не)опубликованные материалы на международную научно-методическую конференцию «Современное образование: содержание, технологии, качество» «МАН ВШ» 2012 г. («СПбГЭТУ "ЛЭТИ"»), (не)опубликованные материалы на международную научно-методическую конференцию «Управление качеством в современном ВУЗе» «МАН ВШ» 2012 г. («МБИ»)], (спец. 01.02.01, 05.13.01, 05.13.10, 19.00.02 (19.00.03), 08.00.10).

## **В. Отчеты по научно-исследовательской работе**

52. Ветров А.Н. Отчет по индивидуальной инициативной НИР «Исследование среды автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей» за 2003-2005 г., проведенной в процессе написания моих диссертаций (физико-математические, технические, гуманитарные, социальные и медицинские науки), СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», «МБИ», «СПбГУЭФ "ФИНЭК"», М.: «"ВНТИЦ" "РАН"», 2005 (2006). – 451 с. (спец. 01.02.01, 05.13.01, 05.13.10, 19.00.02 (19.00.03)).
53. Ветров А.Н. Приложение к отчету по индивидуальной инициативной НИР «Исследование среды автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей» за 2003-2005 г., проведенной в процессе написания моих диссертаций (физико-математические, технические, гуманитарные, социальные и медицинские науки), СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», «МБИ», «СПбГУЭФ "ФИНЭК"», М.: «"ВНТИЦ" "РАН"», 2005 (2006). – 654 с. (спец. 01.02.01, 05.13.01, 05.13.10, 19.00.02 (19.00.03)).
54. Ветров А.Н. Отчет по индивидуальной инициативной НИР «Исследование информационной среды автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей и финансовый анализ организации посредством технологии когнитивного моделирования» за 2006-2008 г., проведенной в процессе написания моих диссертаций (физико-математические, технические, экономические, гуманитарные, социальные и медицинские науки), СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», «МБИ», «СПбГУЭФ "ФИНЭК"», М.: «"ВНТИЦ" "РАН"», 2008 (2009). – 716 с. (спец. 01.02.01, 05.13.01, 05.13.10, 19.00.02 (19.00.03), 08.00.10).

## Г. Научные статьи в научных журналах

### рекомендованных «Высшей аттестационной комиссией РФ»

55. Ветров А.Н. Подход к синтезу информационно-образовательной среды адаптивного дистанционного обучения с использованием методов и технологий когнитивного моделирования / А.Н. Ветров // «Известия "МАН ВШ"» («Украинское отделение»), №1, 2005. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2005, Киев: «МАН ВШ», 2005. – 21 с. (С.102-121).
56. Ветров А.Н. Подход к синтезу информационно-образовательной среды адаптивного (дистанционного) обучения с использованием методов и технологий когнитивного моделирования / А.Н. Ветров, Е.Е. Котова, Н.Н. Кузьмин // «Известия "Волгоградского государственного технического университета"», №8, 2006. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2005, Волгоград: «ВГТУ», 2006. – 9 с. (С.194-196).
57. Ветров А.Н. Информационная среда автоматизированного обучения на основе когнитивных моделей / А.Н. Ветров, Е.Е. Котова, Н.Н. Кузьмин // «Известия "МАН ВШ"» («Московское отделение»), №3 (37), 2006. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2006, М.: «МАН ВШ», 2006. – 15 с. (С.100-112).
58. Ветров А.Н. Адаптивная информационно-образовательная среда автоматизированного (дистанционного) обучения на основе параметрических когнитивных моделей / А.Н. Ветров, Е.Е. Котова, Н.Н. Кузьмин // «Известия "СПбГЭТУ "ЛЭТИ"»», №1, 2006. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2006. – 14 с. (С.101-111).
59. Ветров А.Н. Реализация адаптивного обучения в автоматизированной образовательной среде на основе когнитивных моделей / А.Н. Ветров // «Известия "СПбГЭТУ "ЛЭТИ"»», №1, 2007. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2007. – 8 с. (С.10-16).
60. Ветров А.Н. Технология когнитивного моделирования в автоматизированной образовательной среде / А.Н. Ветров // «Вестник "РУДН"», №4, 2008. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2006, М.: «РУДН», 2008, (Библиогр. 13 назв. – Рус. – Деп. во «ВИНИТИ "РАН"», 2008). – 18 с. (С.26-42).

61. Ветров А.Н. Особенности реализации информационно-образовательных сред автоматизированного обучения / А.Н. Ветров // «Автоматизация и современные технологии», №8, 2008. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2007, М.: «Машиностроение», 2008, (Библиогр. 8 назв. – Рус. – Деп. во «"ВИНИТИ" "РАН"», 2008). – 15 с. (С.16-25).
62. Ветров А.Н. Электронный учебник на основе процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов в автоматизированной образовательной среде / А.Н. Ветров // «Вестник компьютерных и информационных технологий (ВКИТ)», №11, 2008. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2007, М.: «Машиностроение», 2008, (Библиогр. 12 назв. – Рус. – Деп. во «"ВИНИТИ" "РАН"», 2008). – 22 с. (С.38-50).
63. Ветров А.Н. Программный комплекс для задач исследования адаптивной среды автоматизированного обучения на основе когнитивных моделей / А.Н. Ветров // «Автоматизация и современные технологии», №10, 2010. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2009, М.: «Машиностроение», 2010, (Библиогр. 12 назв. – Рус. – Деп. во «"ВИНИТИ" "РАН"», 2009). – 19 с. (С.20-33).
64. Ветров А.Н. Прикладной диагностический модуль для диагностики параметров когнитивной модели субъекта обучения в адаптивной среде / А.Н. Ветров // «Вестник Дагестанского государственного технического университета», №1 (44), 2017. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2009, Махачкала: «ДГТУ», 2017, (Библиогр. 12 назв. – Рус. – Деп. во «"ВИНИТИ" "РАН"», 2009). – 25 с. (С.70-85).
65. Ветров А.Н. Основной диагностический модуль в системе автоматизированного обучения со свойствами адаптации (на основе блока параметрических когнитивных моделей) / А.Н. Ветров // «Автоматизация процессов управления», №1, 2016. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2009, Ульяновск: «ФГУП НПО "Марс"», 2016, (Библиогр. 12 назв. – Рус. – Деп. во «"ВИНИТИ" "РАН"», 2010) – 18 с. (С.47-58).
66. Ветров А.Н. Блок параметрических когнитивных моделей для системного анализа эффективности обмена информацией в адаптивной среде автоматизированного обучения / А.Н. Ветров // «Вестник Дагестанского государственного технического университета», №3 (44), 2017. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2009, Махачкала: «ДГТУ», 2017, (Библиогр. 10 назв. – Рус. – Деп. во «"ВИНИТИ" "РАН"», 2010) – 23 с. (С.112-125).

#### **Д. Научные доклады на международных научных конференциях**

67. Ветров А.Н. Влияние развития информационных и коммуникационных технологий на общество и образование / Н.А. Ветров, А.Н. Ветров // «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения)», секция «Современные технологии обучения»: материалы «II<sup>ой</sup> международной научно-практической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 12-13 марта 2003 г. – СПб.: «МБИ», 2003. – Т.2. – С.13-15.
68. Ветров А.Н. Концепция разработки интеллектуальных обучающих систем на основе технологии быстрого прототипирования / А.Н. Ветров // «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения)», секция «Образовательная политика и новые технологии преподавания»: материалы «II<sup>ой</sup> международной научно-практической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 12-13 марта 2003 г. – СПб.: «МБИ», 2003. – Т.2. – С.15-17.
69. Ветров А.Н. Действующий демонстрационный прототип экспертной системы обучения как педагогическое программно-диагностирующее средство / А.Н. Ветров // «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения)», секция «Образовательная политика и новые технологии преподавания»: материалы «II<sup>ой</sup> международной научно-практической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 12-13 марта 2003 г. – СПб.: «МБИ», 2003. – Т.2. – С.18-20.
70. Ветров А.Н. Применение систем искусственного интеллекта в проблемном обучении: на примере программно-диагностирующего модуля экспертной обучающей системы / А.Н. Ветров, Е.Е. Котова // «Современные технологии обучения», секция «Технологии обучения»: материалы «IX<sup>ой</sup> международной научно-методической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 23 апреля 2003 г. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2003. – Т.2. – С.16-18.

71. Ветров А.Н. Когнитивная модель пользователя как средство коммуникативного взаимодействия с системой дистанционного обучения / А.Н. Ветров, Е.Е. Котова // «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения)», секция «Образовательная политика и новые технологии преподавания»: материалы «III<sup>ей</sup> международной научно-практической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 11-13 марта 2004 г. – СПб.: «МБИ», 2004. – С.33-35.
72. Ветров А.Н. Основы технологии построения параметрических когнитивных моделей для задач среды дистанционного обучения / А.Н. Ветров, Е.Е. Котова // «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения)», секция «Образовательная политика и новые технологии преподавания»: материалы «III<sup>ей</sup> международной научно-практической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 11-13 марта 2004 г. – СПб.: «МБИ», 2004. – С.35-36.
73. Ветров А.Н. Особенности обеспечения информационной безопасности на уровне приложений в среде WWW с использованием PHP / Н.А. Ветров, А.Н. Ветров, Е.Е. Котова // «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения)», секция «Математические методы и информационные технологии в экономике»: материалы «III<sup>ей</sup> международной научно-практической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 11-13 марта 2004 г. – СПб.: «МБИ», 2004. – С.265-269.
74. Ветров А.Н. Особенности профессиональной деятельности личности в условиях глобализации информационной среды / А.Н. Ветров, Е.Е. Котова // «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения)», секция «Гуманитарные и социальные знания и их роль в экономике и образовании»: материалы «III<sup>ей</sup> международной научно-практической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 11-13 марта 2004 г. – СПб.: «МБИ», 2004. – С.306-308.
75. Ветров А.Н. Применение экспертных обучающих систем для автоматизации контроля уровня знаний по предметным областям / Н.А. Ветров, А.Н. Ветров // «Управление качеством в современном ВУЗе», секция «Управление качеством в ВУЗе»: материалы «II<sup>ой</sup> международной научно-методической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 17-18 июня 2004 г. – СПб.: «МБИ», 2004. – Т.2. – С.19-23.
76. Ветров А.Н. Особенности применения экспертных обучающих систем для автоматизированной оценки квалификации профессиональных участников рынка ценных бумаг / А.Н. Ветров, Е.Е. Котова // «Управление качеством в современном ВУЗе», секция «Управление качеством в ВУЗе»: материалы «II<sup>ой</sup> международной научно-методической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 17-18 июня 2004 г. – СПб.: «МБИ», 2004. – Т.2. – С.23-26.

77. Ветров А.Н. Особенности структуры информационной среды адаптивных систем дистанционного обучения / Н.А. Ветров, А.Н. Ветров // «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения)», секция «Инновационные технологии образования»: материалы «IV<sup>ой</sup> международной научно-практической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 15-16 марта 2005 г. – СПб.: «МБИ», 2005. – Т.1. – С.45-46.
78. Ветров А.Н. Структура когнитивной модели для поддержки информационной среды адаптивного обучения / А.Н. Ветров, Е.Е. Котова // «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения)», секция «Инновационные технологии образования»: материалы «IV<sup>ой</sup> международной научно-практической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 15-16 марта 2005 г. – СПб.: «МБИ», 2005. – Т.1. – С.47-48.
79. Ветров А.Н. Исследование конвергентных и дивергентных интеллектуальных способностей когнитивной модели испытуемого для задач информационной среды адаптивного обучения / А.Н. Ветров, Е.Е. Котова // «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения)», секция «Инновационные технологии образования»: материалы «IV<sup>ой</sup> международной научно-практической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 15-16 марта 2005 г. – СПб.: «МБИ», 2005. – Т.1. – С.49-50.
80. Ветров А.Н. Применение интеллектуальных обучающих систем (для автоматизированной оценки уровня остаточных знаний по предметам изучения и диагностики конвергентных и дивергентных интеллектуальных способностей когнитивной модели субъектов информационной среды адаптивного автоматизированного обучения) / А.Н. Ветров, Н.А. Ветров, Е.Е. Котова // «Управление качеством в современном ВУЗе», секция «Мониторинг и поддержка системы управления качеством»: материалы «III<sup>ей</sup> международной научно-методической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 21-22 июня 2005 г. – СПб.: «МБИ», 2005. – С.80-84.

81. Ветров А.Н. Адаптивная информационная среда автоматизированного обучения на основе когнитивных моделей / А.Н. Ветров, Е.Е. Котова, Н.Н. Кузьмин // «Управление и информационные технологии», секция «Информационные технологии управления и моделирования»: материалы «4<sup>ой</sup> Всероссийской научной конференции» («РАН»), РФ, г. Санкт-Петербург, 10-12 октября 2006 г. – СПб.: «ЦНИИ "Электроприбор"», «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2006. – С.170-175.
82. Ветров А.Н. Когнитивное моделирование для анализа информационно-образовательной среды / Ветров А.Н., Котова Е.Е., Кузьмин Н.Н. // «Управление и информационные технологии», секция «Информационные технологии управления и моделирования»: материалы «4<sup>ой</sup> Всероссийской научной конференции» («РАН»), РФ, г. Санкт-Петербург, 10-12 октября 2006 г. – СПб.: «ЦНИИ "Электроприбор"», «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2006. – С.176-181.
83. Ветров А.Н. Информационная среда автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей / А.Н. Ветров, Е.Е. Котова, Н.Н. Кузьмин // «Проблемы кибернетики и информатики», секция «Проблемы управления и системный анализ»: материалы «Международной конференции» («НАНА»), Республика Азербайджан, г. Баку, 24-26 октября 2006 г. – Баку: «Национальная академия наук Азербайджана» («НАНА»), 2006. – Т.2. – С.202-205.

84. Ветров А.Н. Анализ информационной среды автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей / А.Н. Ветров // «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения)», секция «Образовательная политика и новые технологии преподавания»: материалы «VI<sup>ой</sup> международной научно-практической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 13-14 марта 2007 г. – СПб.: «МБИ», 2007. – Т.1. – С.68-71.
85. Ветров А.Н. Программное обеспечение автоматизированной образовательной среды со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей / А.Н. Ветров // «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения)», секция «Образовательная политика и новые технологии преподавания»: материалы «VI<sup>ой</sup> международной научно-практической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 13-14 марта 2007 г. – СПб.: «МБИ», 2007. – Т.1. – С.71-74.
86. Ветров А.Н. Программный комплекс для исследования адаптивной информационно-образовательной среды на основе когнитивных моделей / А.Н. Ветров // «Современное образование: содержание, технологии и качество», секция «Перспективные технологии обучения»: материалы «XIII<sup>ой</sup> международной научно-практической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 19 апреля 2007 г. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2007. – Т.1. – С.142-144.
87. Ветров А.Н. Методики и алгоритмы в основе технологии когнитивного моделирования / А.Н. Ветров // «Управление качеством в современном ВУЗе», секция «Создание системы управления качеством»: материалы «V<sup>ой</sup> международной научно-методической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 21-22 июня 2007 г. – СПб.: «МБИ», 2007. – С.86-89.
88. Ветров А.Н. Адаптивное средство обучения в автоматизированной образовательной среде на основе блока параметрических когнитивных моделей / А.Н. Ветров // «Управление качеством в современном ВУЗе», секция «Совершенствование системы управления качеством в ВУЗе»: материалы «V<sup>ой</sup> международной научно-методической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 21-22 июня 2007 г. – СПб.: «МБИ», 2007. – С.110-113.

89. Ветров А.Н. Особенности автоматизации диагностики поля зрения когнитивной модели субъекта обучения для анализа информационной среды адаптивного обучения / А.Н. Ветров // «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения)», секция «Новые технологии преподавания»: материалы «VII<sup>ой</sup> международной научно-практической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 13-14 марта 2008 г. – СПб.: «МБИ», 2008. – Т.1. – С.76-79.
90. Ветров А.Н. Особенности автоматизации диагностики цветоощущения когнитивной модели субъекта обучения для анализа информационной среды адаптивного обучения / А.Н. Ветров // «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения)», секция «Образовательная политика и новые технологии преподавания»: материалы «VIII<sup>ой</sup> международной научно-практической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 11-13 марта 2009 г. – СПб.: «МБИ», 2009. – Т.1. – С.77-80.
91. Ветров А.Н. Практическое использование созданного комплекса программ для автоматизации задач исследования адаптивных информационно-образовательных сред / А.Н. Ветров // «Современное образование: содержание, технологии, качество», секция «Перспективные технологии обучения»: материалы «XV<sup>ой</sup> международной конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 22 апреля 2009 г. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2009. – Т.1. – С.252-254.
92. Ветров А.Н. Практика анализа инфраструктуры информационно-образовательной среды на основе технологии когнитивного моделирования / А.Н. Ветров // «Современное образование: содержание, технологии, качество», секция «Управление качеством образования»: материалы «XV<sup>ой</sup> международной конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 22 апреля 2009 г. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2009. – Т.2. – С.115-117.
93. Ветров А.Н. Особенности анализа инфраструктуры информационно-образовательной среды на основе технологии когнитивного моделирования и когнитивных моделей / А.Н. Ветров // «Управление качеством в современном ВУЗе», секция «Мониторинг и поддержка системы управления качеством»: материалы «VII<sup>ой</sup> международной научно-методической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 18-19 июня 2009 г. – СПб.: «МБИ», 2009. – 3 с.

94. Ветров А.Н. Особенности программной реализации лабораторного практикума для системы автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей / А.Н. Ветров // «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения)», секция «Управление качеством образования в современном ВУЗе»: материалы «IX<sup>ой</sup> международной научно-практической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 16-17 марта 2010 г. – СПб.: «МБИ», 2010. – Т.1. – С.32-36.
95. Ветров А.Н. Особенности автоматизации диагностики остроты зрения когнитивной модели субъекта обучения для анализа информационной среды адаптивного обучения / А.Н. Ветров // «Современное образование: содержание, технологии, качество», секция «Перспективные технологии обучения»: материалы «XVI<sup>ой</sup> международной научно-методической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 21-22 апреля 2010 г. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2010. – Т.2. – С.45-48.
96. Ветров А.Н. Особенности программной реализации электронного деканата для прикладных задач системного анализа на основе технологии когнитивного моделирования / А.Н. Ветров // «Современное образование: содержание, технологии, качество», секция «Перспективные технологии обучения»: материалы «XVI<sup>ой</sup> международной научно-методической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 21-22 апреля 2010 г. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2010. – Т.2. – С.48-50.
97. Ветров А.Н. Особенности автоматизации диагностики когнитивных стилей когнитивной модели субъекта обучения для анализа информационной среды адаптивного обучения / А.Н. Ветров // «Управление качеством в современном ВУЗе», секция «Информационно-телекоммуникационная среда и ее влияние на качество ВУЗа»: материалы «VIII<sup>ой</sup> международной научно-методической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 16-19 июня 2010 г. – СПб.: «МБИ», 2010. – 3 с.

98. Ветров А.Н. Реализация автоматизации диагностики когнитивных стилей когнитивной модели субъекта обучения для системного анализа информационной среды адаптивного обучения / А.Н. Ветров // «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения)», секция «Образовательная политика и новые технологии преподавания»: материалы «X<sup>ой</sup> международной научно-практической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 01 апреля 2011 г. – СПб.: «МБИ», 2011. – 3 с.
99. Ветров А.Н. Особенности когнитивного цилиндра и когнитивной сферы для задач системного и финансового анализа сложного объекта, процесса и явления / А.Н. Ветров // «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения)», секция «Математические методы и информационные технологии в экономике»: материалы «X<sup>ой</sup> международной научно-практической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 01 апреля 2011 г. – СПб.: «МБИ», 2011. – 3 с.
100. Ветров А.Н. Когнитивный цилиндр и когнитивная сфера для задач системного и финансового анализа на основе технологии когнитивного моделирования / А.Н. Ветров // «Современное образование: содержание, технологии, качество», секция «Перспективные технологии обучения»: материалы «XVII<sup>ой</sup> международной научно-методической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 20 апреля 2011 г. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2011. – Т.2. – С.262-264.
101. Ветров А.Н. Генезис и отличия когнитивного кольца, когнитивного диска, когнитивного цилиндра, когнитивного конуса и когнитивной сферы / А.Н. Ветров // «Управление качеством в современном ВУЗе», секция «Мониторинг и оценка качества университетского образования и научной деятельностью»: материалы «IX<sup>ой</sup> международной научно-методической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 16-19 июня 2011 г. – СПб.: «МБИ», 2011. – 3 с.
102. Ветров А.Н. Особенности когнитивного диска для задач системного и финансового анализа / А.Н. Ветров // «Управление качеством в современном ВУЗе», секция «Мониторинг и оценка качества университетского образования и научной деятельностью»: материалы «IX<sup>ой</sup> международной научно-методической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 16-19 июня 2011 г. – СПб.: «МБИ», 2011. – 3 с.
103. Ветров А.Н. Особенности когнитивного конуса для задач системного и финансового анализа / А.Н. Ветров // «Управление качеством в современном ВУЗе», секция «Мониторинг и оценка качества университетского образования и научной деятельностью»: материалы «IX<sup>ой</sup> международной научно-методической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 16-19 июня 2011 г. – СПб.: «МБИ», 2011. – 3 с.

104. Ветров А.Н. Электронная библиотека для системы автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей / А.Н. Ветров // «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения)», секция «Образовательная политика и новые технологии преподавания»: материалы «XI<sup>ой</sup> международной научно-практической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 16 марта 2012 г. – СПб.: «МБИ», 2012. – 2 с.
105. Ветров А.Н. Электронная карта для системы автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей / А.Н. Ветров // «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения)», секция «Образовательная политика и новые технологии преподавания»: материалы «XI<sup>ой</sup> международной научно-практической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 16 марта 2012 г. – СПб.: «МБИ», 2012. – 3 с.
106. Ветров А.Н. Особенности технологии когнитивного моделирования для сложного анализа / А.Н. Ветров // «Современное образование: содержание, технологии, качество», секция «Перспективные технологии обучения»: материалы «XVIII<sup>ой</sup> международной научно-методической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 18 апреля 2012 г. – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2012. – 2 с.
107. Ветров А.Н. Семантическая модель сохранения, извлечения и поиска информации для электронной библиотеки на основе когнитивных моделей / А.Н. Ветров // «Управление качеством в современном ВУЗе», секция «Образовательная политика и новые технологии преподавания»: материалы «X<sup>ой</sup> международной научно-методической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 30-31 октября 2012 г. – СПб.: «МБИ», 2012. – 2 с.
108. Ветров А.Н. Процессор параллельной обработки данных системы автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей / А.Н. Ветров // «Управление качеством в современном ВУЗе», секция «Образовательная политика и новые технологии преподавания»: материалы «X<sup>ой</sup> международной научно-методической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 30-31 октября 2012 г. – СПб.: «МБИ», 2012. – 3 с.
109. Ветров А.Н. Особенности практического использования технологии когнитивного моделирования для сложного анализа / А.Н. Ветров // «Управление качеством в современном ВУЗе», секция «Математические методы и информационные технологии в экономике»: материалы «X<sup>ой</sup> международной научно-методической конференции», РФ, г. Санкт-Петербург, 30-31 октября 2012 г. – СПб.: «МБИ», 2012. – 3 с.

### Е. Методические пособия и учебники

110. Ветров А.Н. Операционная система MS Windows 98/Me/2000: методические указания к лабораторным работам / О.Ю. Белаш, А.Н. Ветров, Е.Е. Котова; под ред. проф. Н.Н. Кузьмина. – СПб.: Изд-во «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2005. – 72 с. (рекомендуется по техническим, естественным, гуманитарным, социальным и медицинским наукам).
111. Ветров А.Н. Пакет прикладных программ MS Office 97/2000: Текстовый редактор Word: методические указания к лабораторным работам / О.Ю. Белаш, А.Н. Ветров, Е.Е. Котова; под ред. проф. Н.Н. Кузьмина. – СПб.: Изд-во «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2005. – 64 с. (рекомендуется по техническим, естественным, гуманитарным, социальным и медицинским наукам).
112. Ветров А.Н. Пакет прикладных программ MS Office 97/2000: Система электронных таблиц Excel: методические указания к лабораторным работам / О.Ю. Белаш, А.Н. Ветров, Е.Е. Котова; под ред. проф. Н.Н. Кузьмина. – СПб.: Изд-во «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2005. – 76 с. (рекомендуется по техническим, естественным, гуманитарным, социальным и медицинским наукам).
113. Ветров А.Н. Информатика: учебник для студентов и школьников / А.Н. Ветров; «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"». – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2005, М.: «ВИНИТИ "РАН"», 2008, М.: «Российское авторское общество» («РАО»), 2008. – 331 с.: ил. – Библиогр. 26 назв. – Рус. – Деп. во «ВИНИТИ "РАН"» и «РАО» (рекомендуется по техническим, естественным, гуманитарным, социальным и медицинским наукам).
114. Ветров А.Н. Финансовый анализ (кредитной) организации на основе технологии когнитивного моделирования: учебник для студентов и школьников / А.Н. Ветров; «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"». – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2004, 2007, 2010, «МБИ», 2004, 2007, 2010, «СПбГУЭФ "ФИНЭК"», 2004, 2007, 2010, «СПбГУ», 2010, «СПбГИЭУ "ИНЖЭКОН"», 2010, М.: «ВИНИТИ "РАН"», 2004, 2007, 2010. – 352 стр. + 6(9) CD-ROM (РСБУ – Российские стандарты бухгалтерского учета, IAS/GAAP – International accounting standards, Международные стандарты бухгалтерского учета): ил. – Библиогр. 137 (143) назв. – Рус., (рекомендуется по экономическим, гуманитарным и социальным наукам). – приложения: «Расчет системы аналитических коэффициентов для вертикального (24 июня 2004 г., 01 сентября 2007 г. и 23 ноября 2010 г. – Т.2 для рец. 608 стр. [сокр.] и [полн.] CD-ROM1 (РСБУ), Т.5 CD-ROM4 (IAS/GAAP), Т.8 CD-ROM7 (финансовая документация). – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2004, 2007, 2010, «МБИ», 2004, 2007, 2010, «СПбГУЭФ "ФИНЭК"», 2004, 2007, 2010, «СПбГУ», 2010, М.: «ВИНИТИ "РАН"», 2004, 2007, 2010), горизонтального (24 июня 2004 г., 01 сентября 2007 г. и 09 декабря 2010 г. – Т.3 для рец. 896 стр. [сокр.] и [полн.] CD-ROM2 (РСБУ), Т.6 CD-ROM5 (IAS/GAAP), Т.9 CD-ROM8 (финансовая документация). – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2004, 2007, 2010, «МБИ», 2004, 2007, 2010, «СПбГУЭФ "ФИНЭК"», 2004, 2007, 2010, «СПбГИЭУ "ИНЖЭКОН"», 2010, М.: «ВИНИТИ "РАН"», 2004, 2007, 2010) и трендового (24 июня 2004 г., 01 сентября 2007 г. и 27 декабря 2010 г. – Т.4 для рец. 480 стр. [сокр.] и [полн.] CD-ROM3 (РСБУ), Т.7 CD-ROM6 (IAS/GAAP), Т.10 CD-ROM9 (финансовая документация). – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2004, 2007, 2010, «МБИ», 2004, 2007, 2010, «СПбГУЭФ "ФИНЭК"», 2004, 2007, 2010, «СПбГИЭУ "ИНЖЭКОН"», 2010, М.: «ВИНИТИ "РАН"», 2004, 2007, 2010) финансового анализа и аудита на основе технологии когнитивного моделирования» (рекомендуется по экономическим, гуманитарным и социальным наукам).

Научные консультанты:  
первый проректор по научной работе  
«Санкт-Петербургского государственного университета  
аэрокосмического приборостроения "ГУАП"»,  
заведующий кафедрой  
«Компьютерной математики и программирования»,  
председатель диссертационного совета,  
Заслуженный деятель науки и техники РФ,  
доктор технических наук, профессор  
Хименко Виталий Иванович;  
заведующий кафедрой  
«Моделирования электромеханических и компьютерных систем»  
«Санкт-Петербургского государственного университета»,  
председатель диссертационного совета,  
Почетный профессор «СПбГУ»,  
доктор физико-математических наук, профессор  
Егоров Николай Васильевич.

© Ветров Анатолий Николаевич («СПбГЭТУ "ЛЭТИ"»), 2005 г.

© Ветров Анатолий Николаевич («РАО»), 2007 г.

© Ветров Анатолий Николаевич («СПбГУ»), 2018 г.

«Среда автоматизированного обучения со свойствами адаптации  
на основе когнитивных моделей»

Монография

Специальность 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка  
информации» (технические науки)  
на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Редакторы: Егоров Н.В. и Квитко А.Н. Переводчик: Ветров А.Н.

---

Подписано в печать \_\_.\_\_.\_\_ Формат 60×84 1/8.

Бумага офсетная. Печать офсетная. 16,375 печ. л.

Гарнитура “Times New Roman”. Тираж \_\_\_\_ экз. Заказ 000.

---

Издательство «СПбГУ»

РФ, 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7-9.