

«Министерство образования и науки РФ»

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

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

Сборник научных статей

г. Санкт-Петербург
2005 г., 2006 г., 2007 г.

Ветров А.Н. Средства автоматизации системного анализа информационно-образовательной среды на основе технологии когнитивного моделирования: Сборник научных статей на правах научной монографии (спец. 01.02.01, 05.13.01, 05.13.10, 19.00.03, 08.00.10). – СПб.: «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"», 2005, 2006, 2007, «МБИ», 2005, 2006, 2007. – 00 с.

В сборнике научных статей на правах монографии представлены непосредственно подход к синтезу информационно-образовательной среды адаптивного дистанционного обучения с использованием методов и технологий когнитивного моделирования, информационная среда автоматизированного обучения на основе когнитивных моделей, адаптивная информационно-образовательная среда автоматизированного (дистанционного) обучения на основе параметрических когнитивных моделей, реализация адаптивного обучения в автоматизированной образовательной среде на основе когнитивных моделей.

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

на правах монографии

© Ветров А.Н., 2005 г., 2006 г., 2007 г.

Содержание

1. Подход к синтезу информационно-образовательной среды адаптивного дистанционного обучения с использованием методов и технологий когнитивного моделирования	4
2. Подход к синтезу информационно-образовательной среды адаптивного (дистанционного) обучения с использованием методов и технологий когнитивного моделирования	25
3. Информационная среда автоматизированного обучения на основе когнитивных моделей	34
4. Адаптивная информационно-образовательная среда автоматизированного (дистанционного) обучения на основе параметрических когнитивных моделей	49
5. Реализация адаптивного обучения в автоматизированной образовательной среде на основе когнитивных моделей	63

Ветров А.Н.,
«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ"»,
г. Санкт-Петербург

Подход к синтезу информационно-образовательной среды
адаптивного дистанционного обучения
с использованием методов и технологий когнитивного моделирования

«Правильно сформулировать проблему –
значит наполовину ее решить»
(А. Эйнштейн)

«Наука начинается тогда,
когда начинают измерять»
(Д.И. Менделеев)

Научное сообщество в процессе анализа этапов формирования цивилизации на пороге третьего тысячелетия выделяет принципиально новые, взаимно-обусловленные «сложные» процессы, проблемы и концепты, в частности, - влияние глобализации на различные сферы общественной активности (социальную, экономическую, политическую и прочие); появление «информационного (постиндустриального) общества», в котором экспоненциально возрастающие потоки разнородной информации и научных знаний по спектру предметных областей представляют собой важнейший стратегический ресурс развития человечества, что, в свою очередь, инициирует синтез необходимых высоко-технологичных способов (подходов) и средств достаточных для сбора, обработки, хранения и распределения информации (информационных ресурсов, продуктов и услуг) в информационной среде.

Подчеркивается неизбежность перераспределения приоритетов среди разнородных субъектов (трудовых ресурсов) в отношении технологий материального производства и информационных технологий: значительная часть трудоспособного населения (потребителей информации) вовлекается в информационную индустрию (информационную отрасль), появляются специфические (инновационные) профессии релевантные обработке потоков информации в конкретной предметной области. Существенно возрастает социальная роль информации, отмечавшаяся еще в 70-х годах прошлого столетия, а в настоящий момент ее проявление характеризуется быстрыми темпами расширения сферы использования (междисциплинарного потребления) потоков научно-технической, экономической, технологической и прочих видов предметно-ориентированной информации (информационных хранилищ), которые циркулируют в мировом, государственном, региональном и местном уровнях, - академики «РАН» А.П. Ершов, Ю.М. Арский специально ввели новое понятие «инфосфера» как сфера информации планетарного масштаба, созданная для коммуникативного информационного взаимодействия субъектов с использованием технических средств на базе современных достижений в области информационных и коммуникационных технологий.

Понятие «информатизация» (в широком смысле) различных сфер общечеловеческой деятельности направлена на оптимизацию процесса создания, распределения и использования разнородных информационных ресурсов, продуктов, услуг между разнородными субъектами информационного взаимодействия в разных предметных областях (проблемных сферах), поэтому осуществляется путем локального (адресного) создания и внедрения проблемно-ориентированных высоко-технологичных информационных и коммуникационных инфраструктур, непосредственно направленных на удовлетворение динамически меняющихся информационных потребностей постиндустриального общества.

Появление и непрерывная эволюция информационных «гипер-магистралей» на базе коммуникационных технологий (World Wide Web – Всемирная паутина) инициирует переосмысление возможностей новых информационных технологий, их положения в современном обществе и системе образования, требуют выработки институционального подхода на международном уровне. Ветровым А.Н. в монографии «Факторы успеха в образовательной деятельности современного ВУЗа» под ред. члена-корр. «МАН ВШ» И.Н. Захарова (раздел 2.3), приводятся приоритеты международной государственной образовательной политики развития системы образования (глобальные цели, определяющие направления, проблемы и задачи формирования перспективной системы образования, предлагаемые «Институтом по информационным технологиям в образовании», действующим в рамках соглашения между Правительством РФ и «ЮНЕСКО»).

Современная ситуация на рынке образовательных услуг характеризуется динамически изменяющимися потребностями профессионально дифференцированных представителей различных слоев населения, что оказывает влияние на образовательные стандарты, политику, стратегию, постановку целей и задач обучения, организационную и методическую деятельность ВУЗа, эргономическую совместимость коммуникативного взаимодействия между вовлеченными субъектами и инструментальными средствами поддержки допустимых форм, методов обучения на основе новаций в области информационных и коммуникационных технологий, поэтому процесс информатизации образовательной среды необходимо понимать как структурно сложный и непрерывный.

Информатизация (в узком смысле) проблемной среды образовательной деятельности современного образовательного учреждения (ВУЗа) обуславливает необходимость целенаправленного анализа и внедрения информационных и коммуникационных образовательных технологий (классификация рассматривается Ветровым А.Н. на странице 59 монографии) для обеспечения поддержки существующей или вновь созданной классической или инновационной информационно-образовательной среды.

Федеральная целевая программа Правительства РФ «Развитие единой образовательной информационной среды» (2001-2005 г.) выступает адекватным ответом современного общества на экспоненциальное увеличение совокупного агрегата знаний по спектру предметных областей: с одной стороны, - подчеркивает необходимость объединения локальных (региональных) и интернационализацию распределенных (международных) информационно-образовательных сред; с другой стороны, - ориентируется на потенциальную возможность синтеза единой (планетарной) инфо-сферы в ближайшем будущем.

Дистанционное образование сегодня выступает специфической агрегированной формой образования (рассматривается как суперпозиция организационно независимых и смешанных с «классическими» формами образования, - подразделение в «традиционном» образовательном учреждении или ВУЗе, консорциум университетов с дилерскими / брокерскими отношениями, открытое «виртуальное» образовательное учреждение), ориентировано на предоставление комплекса образовательных услуг по совокупности предметных областей (предметов изучения) с помощью специализированной информационно-образовательной среды, основанной на средствах репрезентации учебной информации на расстоянии (спутниковые, радио, оптические, кабельные и почтовые технологии).

Разрабатываемая структура информационно-образовательного портала кафедры «Автоматики и процессов управления» («АПУ») «Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета "ЛЭТИ"» предусматривает разработку высоко-технологического Web-приложения, сегментированного на совокупность динамически наполняемых шаблонов, при этом система дистанционного обучения (СДО) выступает неотъемлемой частью кафедральной информационно-образовательной среды.

В основе автоматизированной информационно-образовательной среды находится компьютерная система дистанционного обучения, реализуемая по модульному принципу (классически), но, наряду с электронным учебником и диагностическим модулем, структурно включающая модуль адаптации средств обучения на основе параметрических когнитивных моделей вовлеченных субъектов. Общая структура разрабатываемой системы дистанционного обучения (рис. 1) включает 4 канала и 2 уровня информационного взаимодействия (исследуются прямая и обратная связи первого и второго уровней): первый уровень (канал инкапсуляции знаний и канал анализа состояния), второй уровень (канал репрезентации знаний и канал идентификации состояния).

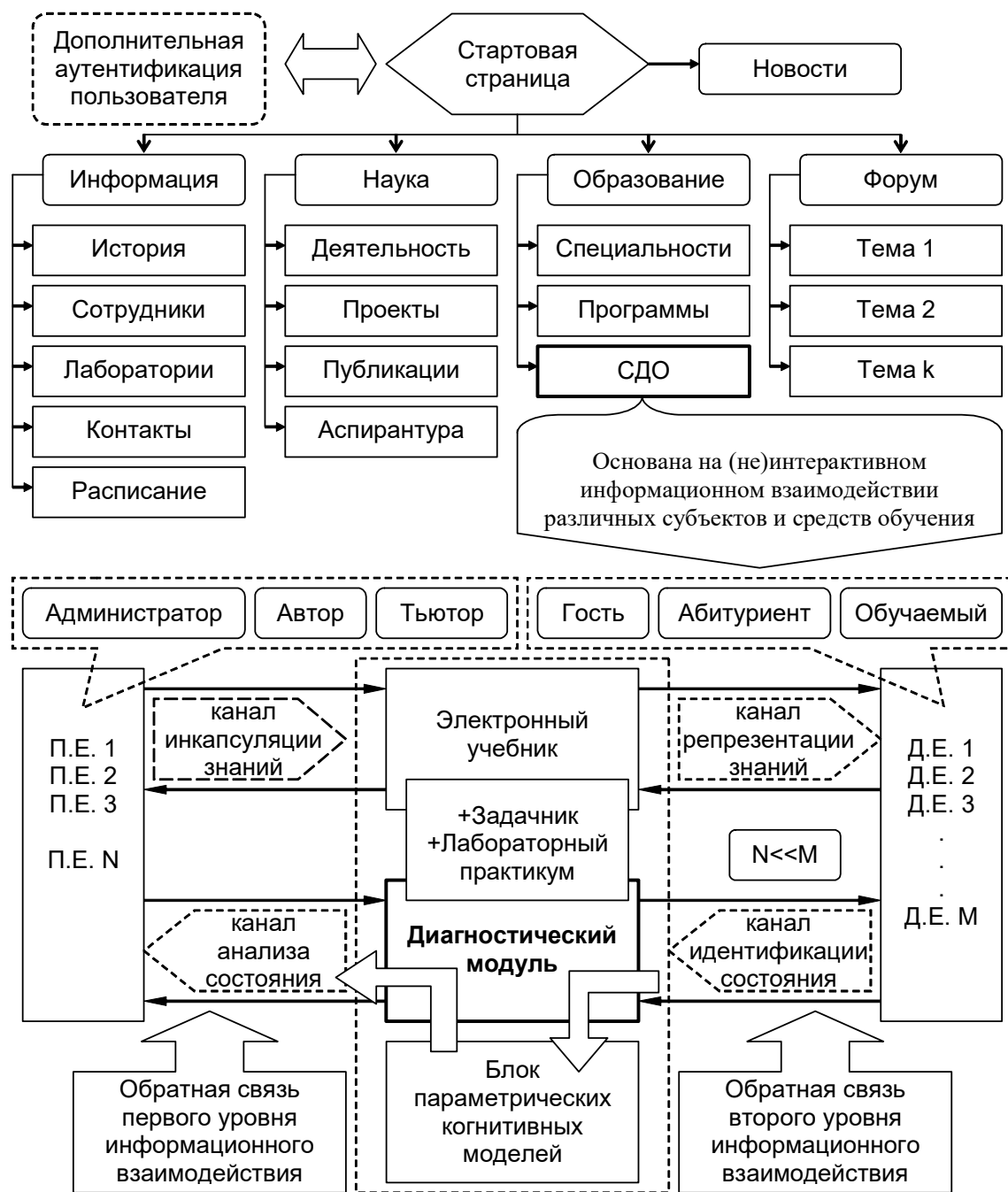


Рисунок 1. Структурная схема системы (дистанционного) обучения в основе разрабатываемого информационно-образовательного портала кафедры «АПУ» «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"»

Субъекты СДО разграничены по правам доступа и выступают в различных ролях: группа профицитных единиц [администратор, автор, тьютор и другие]; группа дефицитных единиц [гость, абитуриент, обучаемый и другие].

Ограниченность коммуникативной дуплектности «виртуального» диалога между группами профицитных и дефицитных единиц (участников) обуславливается опосредованностью информационного взаимодействия (субъекты взаимодействуют через электронный учебник и диагностический модуль) и является недостатком любой существующей СДО, который нужно качественно исследовать и технологически устранять.

На рис. 2 представлена интерфейсная форма программной реализации модуля диагностики СДО информационно-образовательного портала кафедры в режиме диагностики уровня остаточных знаний обучаемых с использованием выбранного теста по определенной дисциплине (конечный пользователь прошел авторизацию доступа, в контекстно-зависимой панели активизировал «Пройти тест», далее осуществляется отображение текстологического содержания формулировки вопроса и формулировок вариантов ответа, с учетом одновариантного по корректности или многовариантного ответа на вопрос).

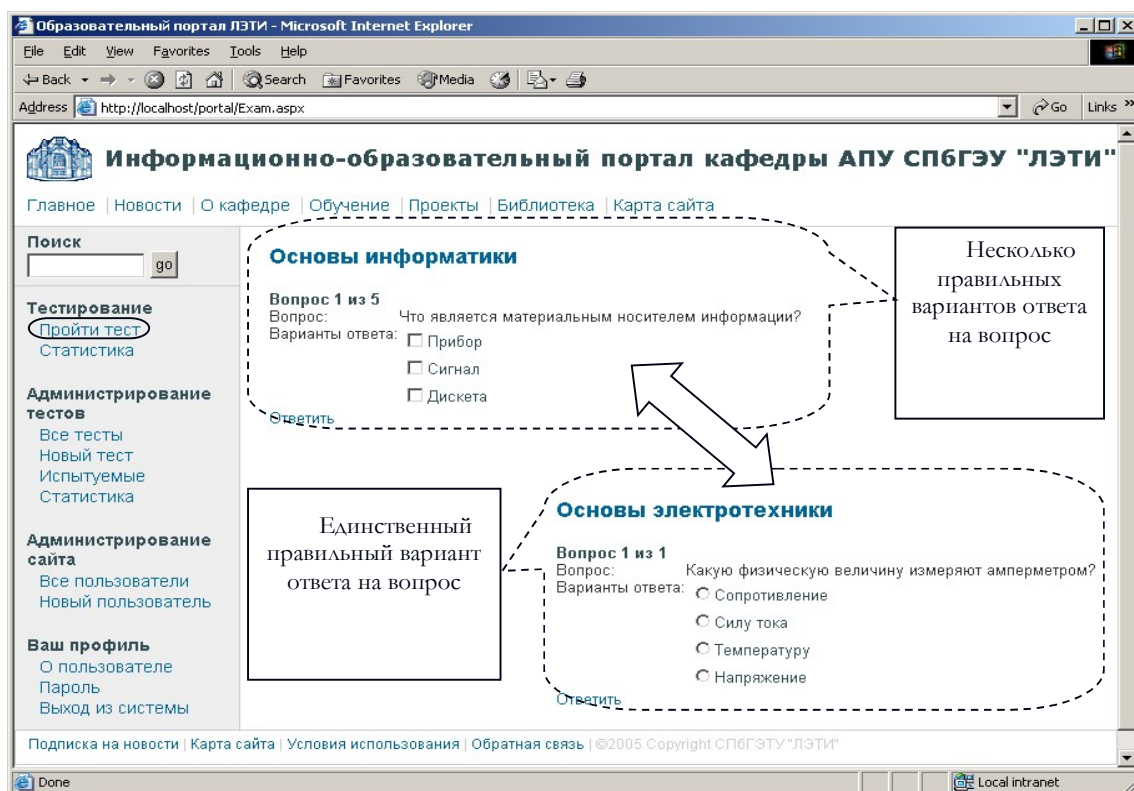


Рисунок 2. Интерфейсная форма в режиме диагностики

с использованием выбранного теста по определенной дисциплине

Модуль диагностики СДО открытого образовательного портала в качестве среды программного окружения использует "Internet Information Services" – «Инф. службы Интернет» ("Web-server" – «Веб-сервер») под управлением операционной системы семейства Windows 2000 Professional/Server/Advanced Server/Data warehouse Server/XP и реализован в профессиональной среде программирования MS ASP.Net для задач "World Wide Web" («Всемирной паутины») на языке C#, а база данных разработана на основе MS SQL Server.

Дополнительно реализован программный инструментарий (рис. 3) в интегрированной среде RAD-программирования Borland C++ Builder, который является технологически мобильным и быстро развертываемым.

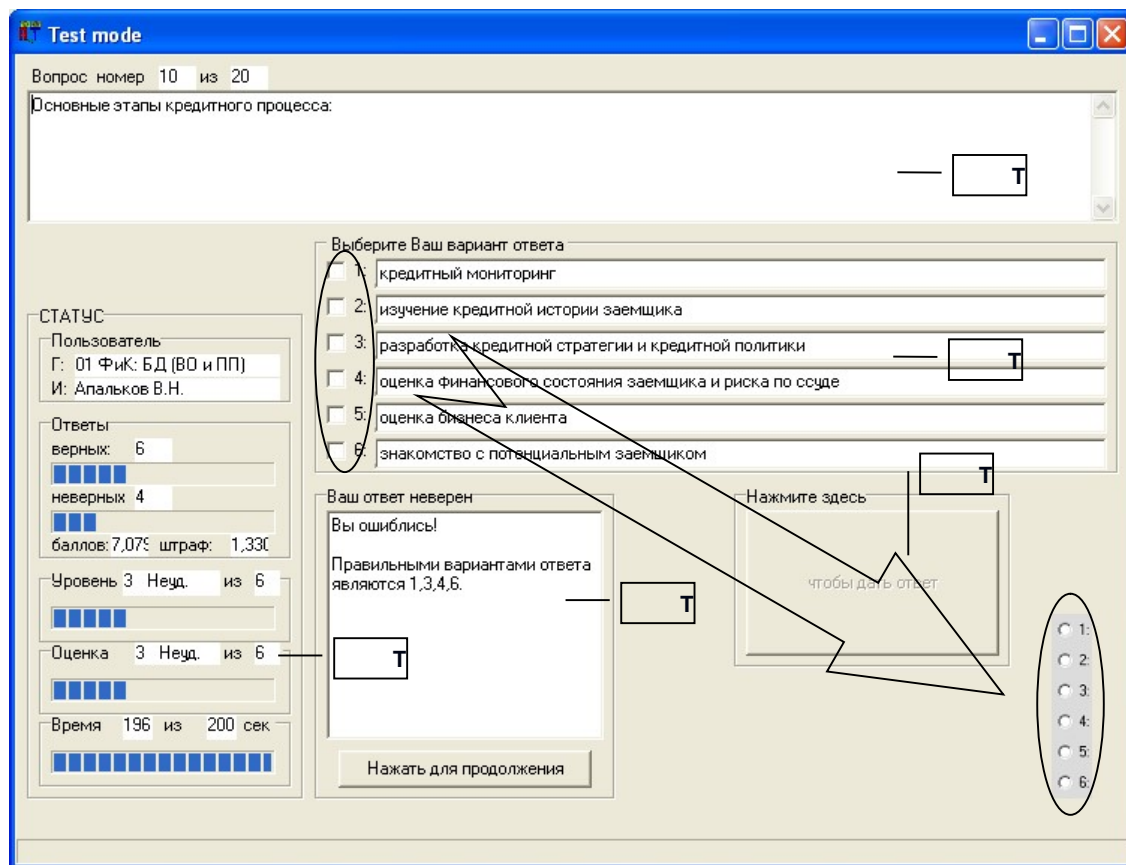


Рисунок 3. Интерфейсная форма в режиме диагностики

с использованием выбранного теста по определенной дисциплине

Программные инструменты, наряду с «грубой» шкалой оценки уровня знаний (основана на расчете суммарного весового коэффициента правильных ответов), содержат «расширенную» («точную») шкалу оценки уровня знаний (на основе подсчета сумм набранных баллов по каждому варианту ответа на вопрос),- в результате анализа апостериорных данных диагностики установлено, что при линейном возрастании количества многовариантных ответов существенно возрастает точность оценки уровня остаточных знаний.

В электронном учебнике материал по каждой дисциплине стратифицируется на главы, разделы, подразделы и страницы, каждой страте ассоциируется блок контрольных вопросов, предназначенный для использования в модуле диагностики СДО, что позволяет эффективно организовать текущий, промежуточный и итоговый контроль уровня осведомленности (остаточных знаний) субъекта по ряду разнородных предметов изучения (дисциплин) с применением целого ряда моделей «псевдо»-адаптации. Эти модели адаптации не охватывают в полной мере оба уровня информационного взаимодействия СДО, а непосредственно носят лишь экспериментальный характер, так как позволяют иногда снизить индивидуальное время цикла тестирования за счет подстройки последовательности подлежащих отображению вопросов (из общей выборки вопросов, которые заранее ранжированы по сложности) на основе анализа ответов определенного испытуемого в масштабе времени, приближенному к реальному (для существенной минимизации временных издержек и максимизации эффекта синхронизации виртуального диалога при интерактивном взаимодействии субъектов обучения и средств обучения).

В основе разработанного адаптивного средства обучения (электронного учебника) непосредственно находится разработанный инновационный процессор адаптивной репрезентации последовательности информационных фрагментов, который выполнен по принципу параллельной архитектуры и традиционному блочно-модульному принципу (для модернизации): включает три разнородных модуля управления обработкой физиологических, психологических и лингвистических параметров КМ субъекта обучения и КМ средства обучения для обеспечения индивидуально-ориентированной генерации информационно-образовательных воздействий контингенту обучаемых.

Для текущей обработки апостериорных результатов исследования уровня остаточных знаний испытуемых применяется аналитически-численный метод, который также позволяет скорректировать последовательности вопрос-ответных структур в базе данных (знаний) диагностического модуля для организации тестирования последующих групп испытуемых в будущем периоде, включает расчет следующих параметров (i - индекс номера испытуемого, j - индекс номера вопроса в задании или номера задания в блоке заданий):

1. Сложность j -го задания в выборке вопрос-ответных структур (из базы данных):

$$K_j = \frac{N_j}{N}.$$

2. Суммарный результат выполнения всех заданий i -м испытуемым:

$$y_j = \sum_{i=1}^M x_{ij}.$$

3. Суммарный результат выполнения j -го задания всеми испытуемыми:

$$x_j = \sum_{i=1}^N x_{ij}.$$

4. Средний уровень тестирования по результатам выполнения всех заданий:

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^N y_i}{N}.$$

5. Средний уровень выполнения j -го задания всеми испытуемыми:

$$p_j = \frac{x_j}{N}.$$

6. Дисперсия суммарных баллов испытуемых (субъектов обучения):

$$\delta_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{Y})^2}{N-1}.$$

7. Стандартное отклонение суммарных баллов испытуемых (субъектов обучения):

$$\delta_y = \sqrt{\delta_y^2}.$$

8. Дисперсия результатов тестирования по определенному j-му заданию:

$$\delta_j^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_{ij} - p_j)^2}{N-1}.$$

9. Стандартное отклонение результатов тестирования по j-му заданию:

$$\delta_j = \sqrt{\delta_j^2}.$$

10. Оценка связи каждого j-го задания с суммой баллов по всему тесту:

$$r_j = \frac{\frac{\sum_{i=1}^N (x_{ij} * y_i)^2}{N} - p_j * \bar{Y}}{\delta_j^2 * \delta_y} * \frac{N}{N-1}.$$

11. Среднее арифметическое независимых экспертных оценок:

$$\bar{Z} = \frac{\sum_{i=1}^N Z_i}{N}.$$

12. Стандартное отклонение независимых экспертных оценок:

$$\delta_Z = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Z_i * \bar{Z})^2}{N-1}}.$$

13. Коэффициент корреляции результатов тестирования испытуемых и независимых экспертных оценок (валидность теста):

$$V = \frac{\frac{\sum_{i=1}^N (Z_i * y_i)}{N} - \bar{Z} * \bar{Y}}{\delta_Z * \delta_y} * \frac{N}{N-1}.$$

14. Показатель точности и устойчивости результатов в времени (надежность теста).

Модели «псевдо»-адаптации и рассмотренный аналитически-численный метод не позволят сделать качественного вывода о причинах затруднений испытуемого в процессе когнитивной сорбции структурированных данных (знаний) из потоков учебной информации генерируемых средствами обучения.

Учебная практика современного образовательного учреждения, основанного на инновационных высоко-технологичных адаптивных информационно-образовательных средствах и средах, предполагает периодическую идентификацию и системный анализ не только уровня осведомленности познающего субъекта по предметам изучения, но, также, и актуализирует рассмотрение концептуальных основ инженерии и знаний (когнитивной информатики, физиологии сенсорных систем, когнитивной психологии и когнитивной лингвистики), которые акцентируют существенное внимание ученых и исследователей на физиологическом, лингвистическом и психологическом аспектах информационного взаимодействия субъектов обучения и средств обучения.

В рамках информационного (обучение производно от совокупности элементарных процессов обработки информации выраженной в данных) и образовательного (конечным продуктом обучения являются накопленные знания выраженные в структурированных данных) научных подходов к исследованию системы дистанционного обучения как гибридной (естественной по вовлеченным субъектам обучения и искусственной по используемым средствам обучения),- системный анализ процесса обучения структурно декомпозируется к исследованию последовательности (процесса) когнитивной сорбции. При этом знания адсорбируются из потоков информации образовательной среды, а сорбентом выступает психо-физиологический конструкт головного мозга познающего субъекта (в частности интеллект как его латентное свойство).

Для системного анализа эффективности когнитивной сорбции знаний поступающих из (адаптивного) электронного учебника (в частности) по каналу репрезентации информации системы дистанционного обучения образовательной среды разработана структура когнитивной модели (рис. 6), эшелонированная на ряд разнородных параметризованных портретов: физиологический (подчеркивает потенциальную возможность сенсорного восприятия информации в сигнальной форме зрительным и слуховым анализаторами), психологический (отражает конвергентные и дивергентные интеллектуальные способности, познавательные стили и обучаемость), лингвистический (естественно-языковые аспекты виртуальной коммуникации), для наполнения которых используется итеративный цикл специально разработанной технологии когнитивного моделирования (представлена Ветровым А.Н. в разделе 2.3 коллективной монографии «Факторы успеха в образовательной деятельности современного ВУЗа» под ред. члена-корр. «МАН ВШ» И.Н. Захарова).

Сформированный физиологический портрет представлен на рис. 4.



Рисунок 4. Физиологический портрет когнитивной модели испытуемого

Физиологический портрет сформирован на научной базе частной физиологии анализаторов, концентрирует индивидуальные особенности: зрительной сенсорной системы (регистрируется до 90% информации, используется «модифицированная модель "редуцированного глаза"» (Ветров А.Н.), выявляются аномалии рефракции, восприятия пространства, цветового зрения); слуховой сенсорной системы (функции наружного, среднего и внутреннего уха: абсолютная слуховая чувствительность испытуемого и пороги чувствительности в зависимости от частоты звука).

На рис. 5 приведены примеры полихроматических таблиц Е.Б. Рабкина для исследования аномалия восприятия полихроматического спектра зрительной сенсорной системой испытуемого (субъекта обучения).

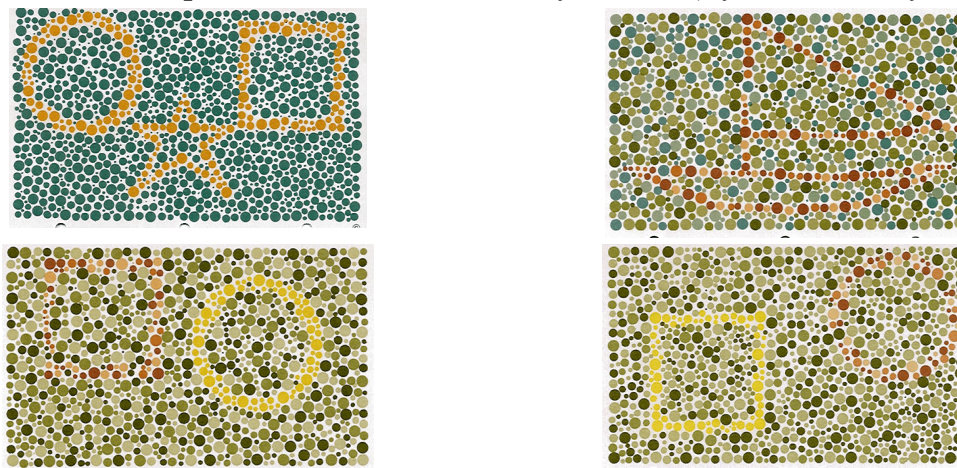


Рисунок 5. Полихроматические таблицы Е.Б. Рабкина для выявления аномалий цветового зрения (цветовосприятия)

Полихроматическая таблица Е.Б. Рабкина – набор пигментных пятен определенного (оттенка) цвета и различного размера, визуальное восприятие которых зрительной сенсорной системой позволяет взаимно-однозначно идентифицировать цифры и геометрические фигуры, а также диагностировать трихроматию (отсутствие патологии цветовосприятия) или определенную дихроматию (наличие патологии цветоощущения): протанопию – полное или частичное отсутствие чувствительности при восприятии красного цвета или оттенков красного цвета, дейтеранопию – полное или частичное отсутствие чувствительности при восприятии зеленого цвета или оттенков зеленого цвета, тританопию – полное или частичное отсутствие чувствительности при восприятии синего и фиолетового цветов или оттенков синего цвета.

Пороговая (полихроматическая) таблица Е.Н. Юстовой – набор квадратов определенного (оттенка) цвета и одинакового размера, визуальное восприятие которых зрительной сенсорной системой позволяет взаимно-однозначно идентифицировать место разрыва в геометрической фигуре, а также диагностировать трихроматию (отсутствие патологии цветовосприятия) или определенную степень дихроматии (степень патологии цветоощущения): степень протанопии – степень полного или частичного отсутствия чувствительности при восприятии красного цвета или оттенков красного цвета, степень дейтеранопии – степень полного или частичного отсутствия чувствительности при восприятии зеленого цвета или оттенков зеленого цвета, степень тританопии – степень полного или частичного отсутствия чувствительности при восприятии синего и фиолетового цветов или оттенков синего цвета.

Сформированный психологический портрет представлен на рис. 6, а для его наполнения использовались концептуальные научные основы когнитивной психологии как современного направления в психологии, включает: конвергентные и дивергентные интеллектуальные способности, познавательные стили и обучаемость (имплицитная и эксплицитная).

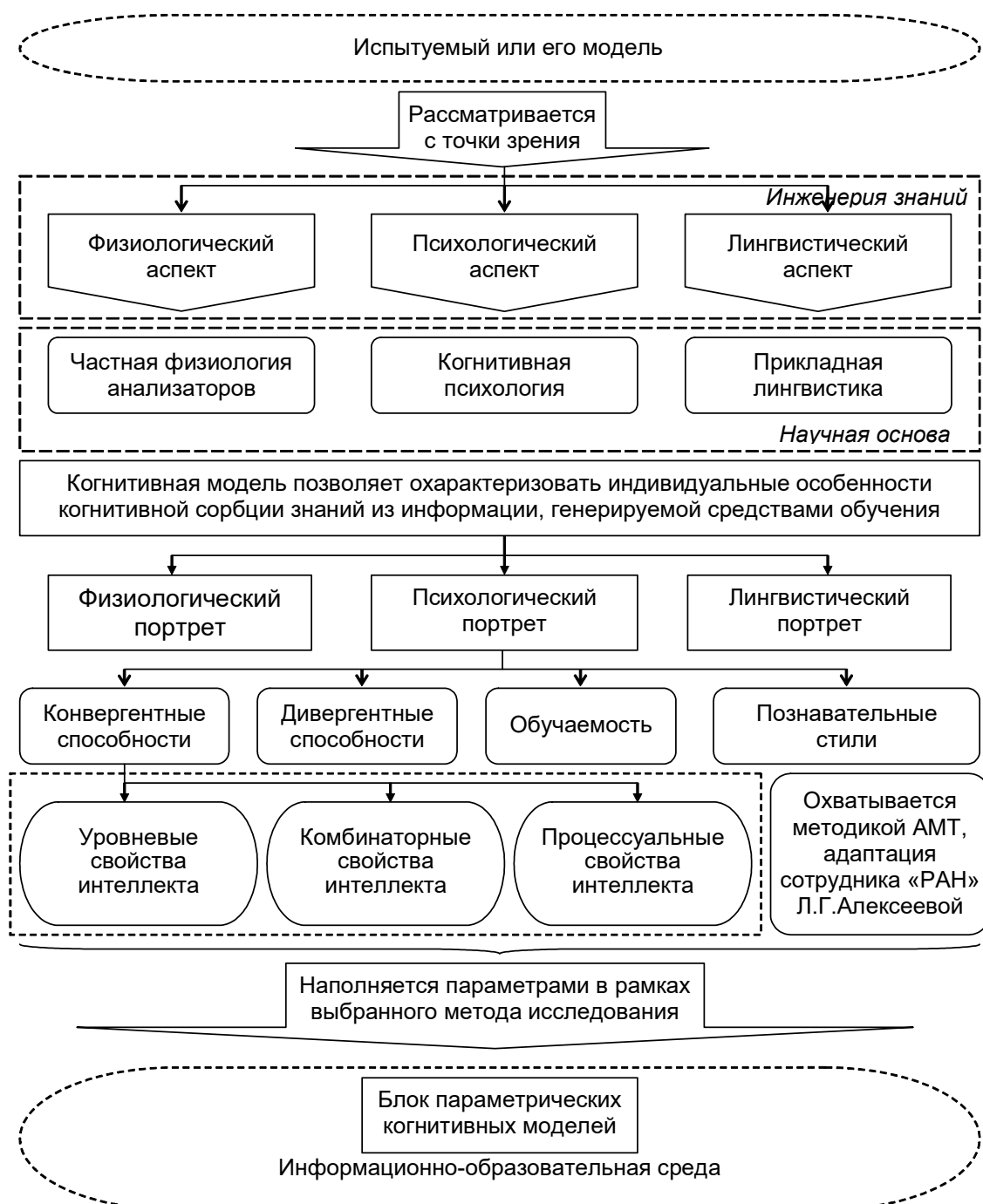


Рисунок 6. Структурные особенности когнитивной модели испытуемого для задач информационно-образовательной среды адаптивного обучения

Вектор конвергентных интеллектуальных способностей является структурной составляющей психологического портрета разработанной когнитивной модели, выступая одним из проявлений психо-физиологического конструкта головного мозга познающего субъекта обучения (испытуемого), определяет индивидуальную продуктивность дедуктивного мышления (связан со скоростью поиска нормативно-единственного верного варианта ответа в соответствии с регламентацией ситуации, требованиями заданий и временными ограничениями на выработку правильных решений). Исследование является научно обоснованным, - М.А. Холодная и В.Н. Дружинин согласованно дифференцируют данный вектор на ряд разных свойств: уровневые (достигнутый уровень развития познавательных функций), комбинаторные (потенциальная способность к выявлению разнородных тенденций, соотношений, зависимостей, закономерностей и связей) и процессуальные (элементарные процессы переработки информации).

В России научным сообществом («РАН») признана методика Р. Амтхауэра (AIST – Amthauer Intelligenz-Struktur-Test или Amthauer Intelligence Structure Test): имеет множество локализаций (также авторских) и адаптаций, а валидность проверена на широкой профессионально-дифференцированной выборке испытуемых от 13 до 60 лет. Сущность методики заключается в последовательном предъявлении испытуемому континуума вопрос-ответных структур тестовых заданий (рис. 7), сгруппированных по субтестам (блокам однородных 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 активизируют определенные виды интеллектуальной деятельности (вербальное рассуждение, вербальное абстрагирование, вербальная комбинаторика, понятийное суждение, арифметический счет, арифметический индуктивный вывод, концентрация внимания и мнемоника, плоскостное воображение и объемное воображение), и динамически производится измерение проявлений структурных компонент интеллектуальной активности (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).

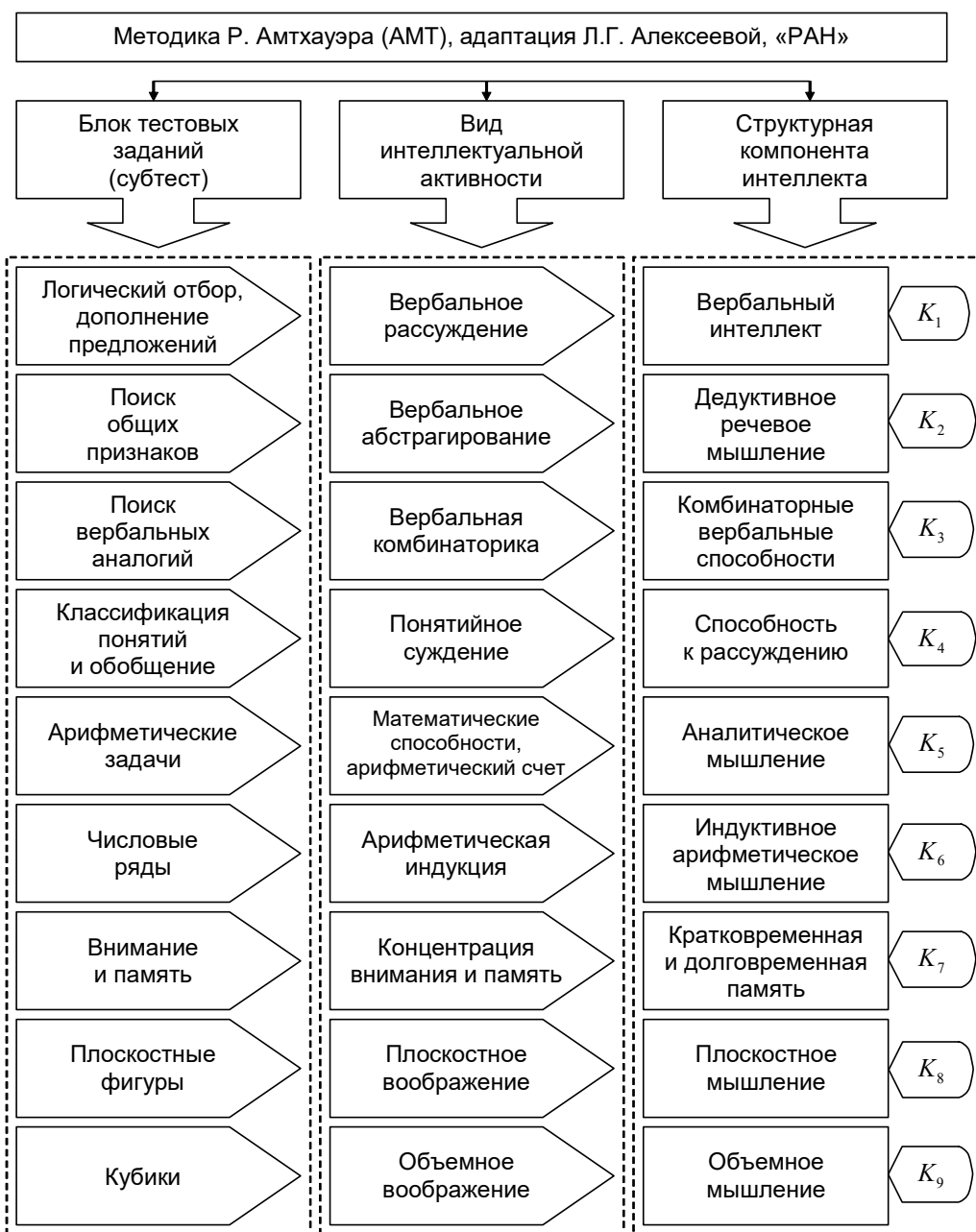


Рисунок 7. Сущность методики исследования вектора дивергентных интеллектуальных способностей

Разработка программного диагностического модуля осуществлялась на основе архитектуры экспертной системы с применением технологии быстрого прототипирования и методологии RAD в интегрированной среде программирования Borland C++ Builder, а в основе базы знаний структурирована и формализована адаптация методики AIST выполненная сотрудником «РАН» Л.Г. Алексеевой.

На рис. 8 представлен интерфейс разработанного программного инструментария исследования конвергентных интеллектуальных способностей в режиме диагностики на этапе идентификации плоскостного воображения испытуемого посредством использования блока вопросов (субтеста) «Фигуры».

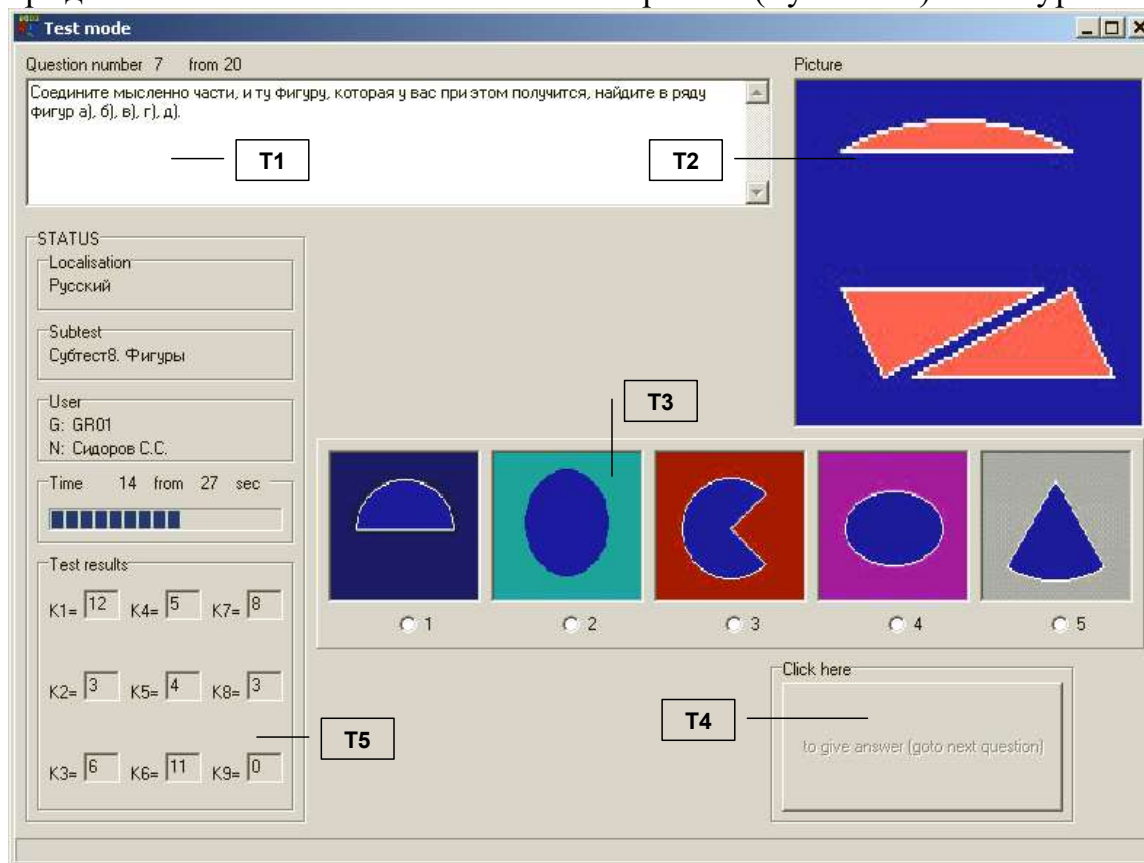


Рисунок 8. Интерфейсная форма программного инструментария исследования конвергентных интеллектуальных способностей в режиме диагностики на этапе идентификации плоскостного воображения испытуемого субтестом «Фигуры»

Практический интерес также имеет корреляция значений показателей различных конструктивных составляющих интеллекта при исследовании конвергентных и дивергентных способностей (представлена Ветровым А.Н. в разделе 2.3, таблице 2.1 коллективной монографии «Факторы успеха в образовательной деятельности современного ВУЗа» под. ред. члена-корр. «МАН ВШ» И.Н. Захарова). Среди множества тестологических методов структурного исследования интеллекта, используемых для дифференцированного отбора субъектов обучения на различные виды (формы) профессионального обучения (на расстоянии), AIST может использоваться в комбинаторном сочетании с другими методиками, в частности, при системном анализе индивидуальной предрасположенности к определенным видам профессиональной деятельности, что позволяет использовать разрабатываемый инструмент по отношению к широкому спектру прикладных и научно-методических исследований (автоматизированной) информационно-образовательной среды.

Вектор дивергентных интеллектуальных способностей является структурной составляющей психологического портрета разработанной когнитивной модели, выступая одним из проявлений психо-физиологического конструкта головного мозга познающего субъекта обучения (испытуемого), определяет индивидуальную продуктивность индуктивного мышления, характеризует непосредственно творческий потенциал личности.

В качестве основы исследования использовались несколько авторских методик для различных возрастных групп испытуемых (т.н. подростковый и взрослый варианты): вербальной креативности – метод исследования С.А. Медника (RAT – Remote Associations Test – исследование отдаленных ассоциаций); образной креативности – метод исследования Е.П. Торренса. Использовались адаптации сотрудников «РАН» Л.Г. Алексеевой и Т.В. Галкиной.

Метод исследования (тест) вербальной креативности С.А. Медника основан на последовательном предъявлении испытуемому (субъекту обучения) определенных визуальных вербальных стимулов (вопросов со словами), на каждый из которых испытуемый должен нормативно выработать множество отдаленных вербальных ассоциаций (ответов в виде слов).

Метод исследования (тест) образной креативности Е.П. Торренса основан на последовательном предъявлении испытуемому (субъекту обучения) определенных визуальных графических стимулов (вопросов с изображениями), на каждый из которых испытуемый должен нормативно предложить множество отдаленных графических ассоциаций (дорисованных изображений), а затем нормативно выработать соответствующее множество вербальных названий полученных графических изображений (ответов в виде слов).

Реализация программного продукта осуществлялась Ветровым А.Н. в RAD (Rapid Application Development)-среде программирования Borland C++ Builder, методики исследования были структурированы и инкапсулированы в основу базы данных (знаний) инструментария (диагностического модуля), алгоритм механизма вывода обеспечивает вычисление и документирование в базу данных следующих параметров в реальном масштабе времени: количество совпадений выборов вариантов ответа, индекс оригинальности, индекс ассоциативности и индекс селективности процесса дивергентного мышления испытуемого (рис. 9).

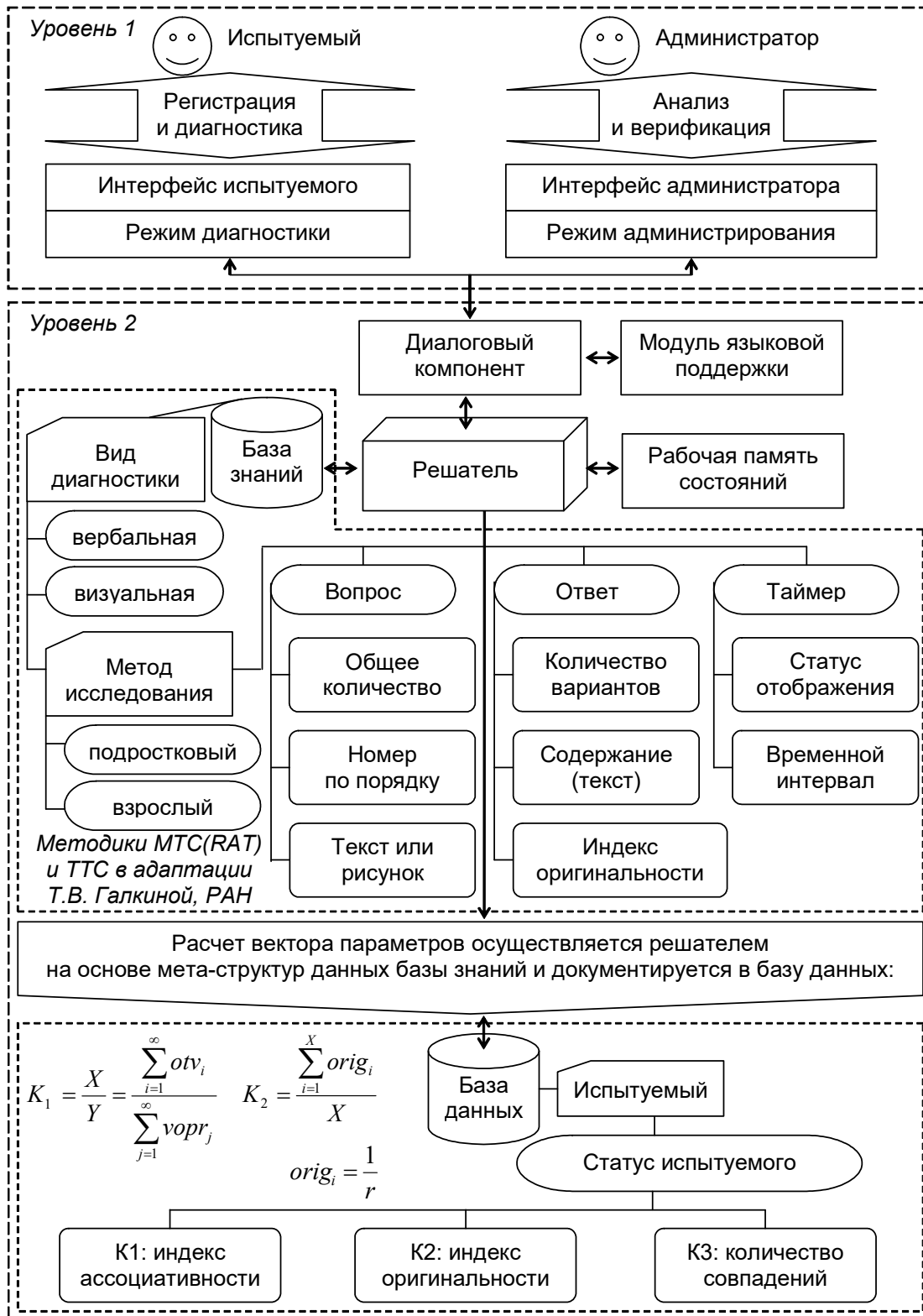


Рисунок 9. Структурно-функциональная схема программного инструментария исследования вектора дивергентных способностей

После запуска и загрузки программного диагностического средства конечному пользователю предлагается проделать 3 шага (каждый шаг иллюстрируется мерцающими транспарантами): выбрать вид исследования и наименование метода исследования (теста), пройти процедуру автоматизированной аутентификации (если необходимо, то зарегистрироваться в базе данных системы) и выбрать режим работы (администрирование, диагностика и анализ).

В режиме администрирования (рис. 10) обеспечивается конструирование последовательности вопрос-ответных диалоговых структур (включая установку всех параметров диагностики согласно методу исследования), редактирование списка групп пользователей и конечных пользователей, просмотр даты и времени попыток и результатов прохождения исследования.

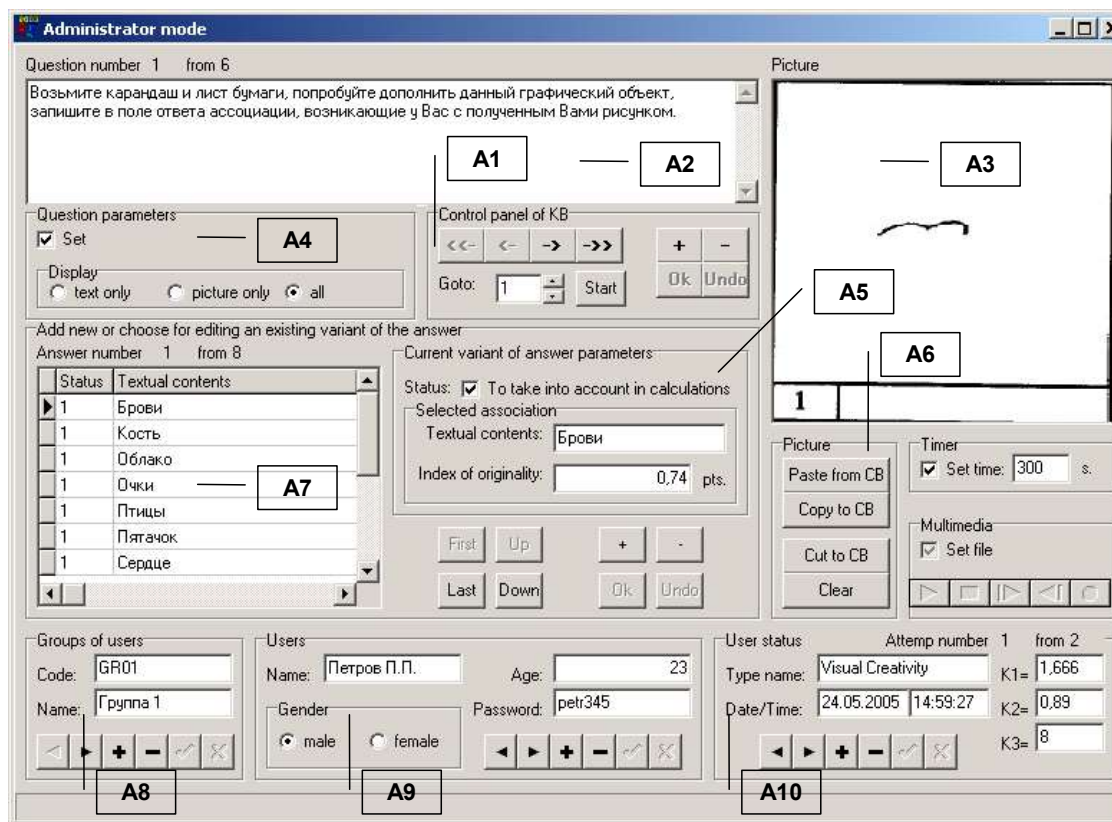


Рисунок 10. Интерфейсная форма программного инструментария исследования дивергентных интеллектуальных способностей в режиме администрирования

Режим диагностики (рис. 11) предназначен для идентификации и расчета параметров в процессе интерактивного взаимодействия испытуемого и системы, а также документирования в базу данных результатов исследования для дальнейшего системного анализа (посредством математических методов).

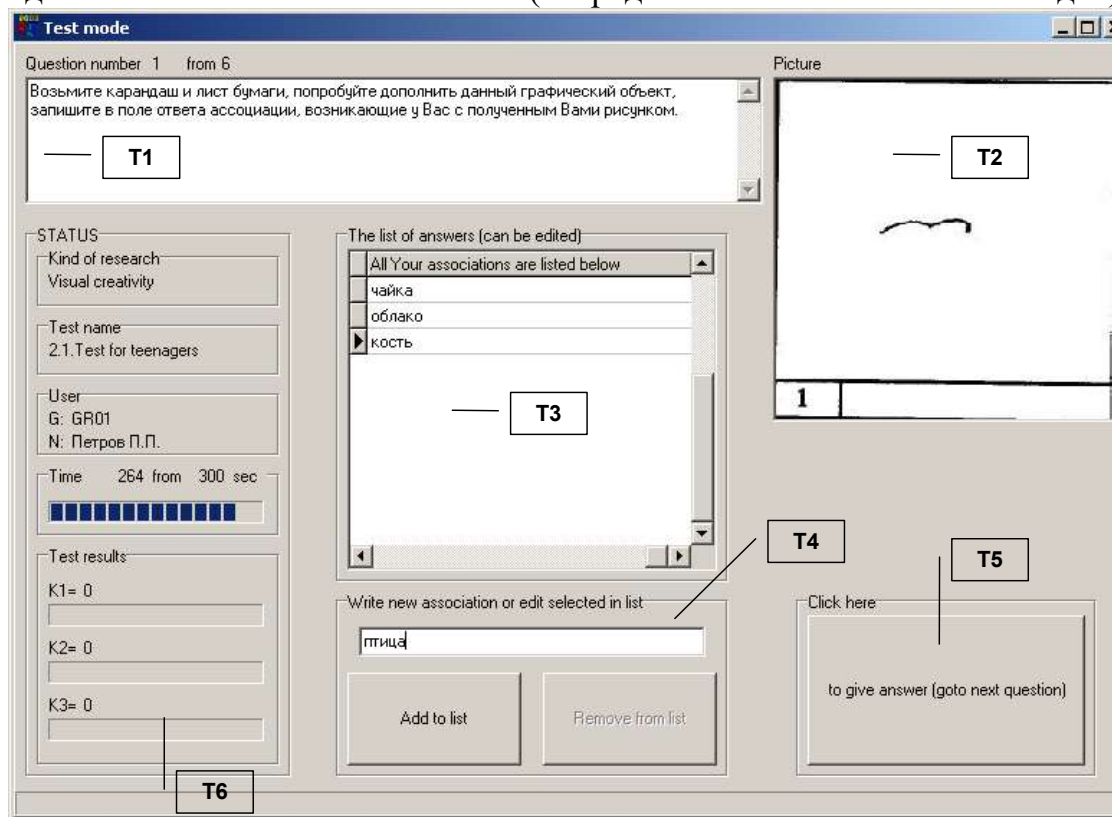


Рисунок 11. Интерфейсная форма программного инструментария исследования дивергентных интеллектуальных способностей в режиме диагностики на этапе идентификации визуальной креативности

В режиме анализа имеется техническая возможность сопоставить варианты эталонных ответов независимого эксперта (на основе статистического анализа апостериорных результатов исследования, полученных в предшествующих периодах времени) с ассоциациями, введенными конкретным испытуемым.

Интерфейс программного продукта разрабатывался таким образом, чтобы максимально упростить работу конечного пользователя не являющегося специалистом в области информационных технологий (как при наполнении базы данных (знаний) так и в ходе диагностики).

Интеллектуальные обучающие системы (на расстоянии) относятся к новым средствам компьютерной поддержки процесса обучения, поэтому они могут быть с успехом использованы для прикладных задач исследования информационно-образовательной среды адаптивного обучения.

Разработанные программные продукты предполагается использовать в составе единого информационно-вычислительный комплекса параметрической идентификации портретов когнитивной модели, а полученные на его основе результаты предполагается использовать в дальнейших научно-методических и практических исследованиях адаптивных информационно-образовательных сред (на расстоянии).

Разработанный лингвистический портрет представлен на рис. 12, основан на ряде специальных методик прикладной лингвистики, выявляющих индивидуальный уровень владения языком и ключевыми словами и определениями изложения материала, определяет дружественность элементов интерфейса программного продукта.

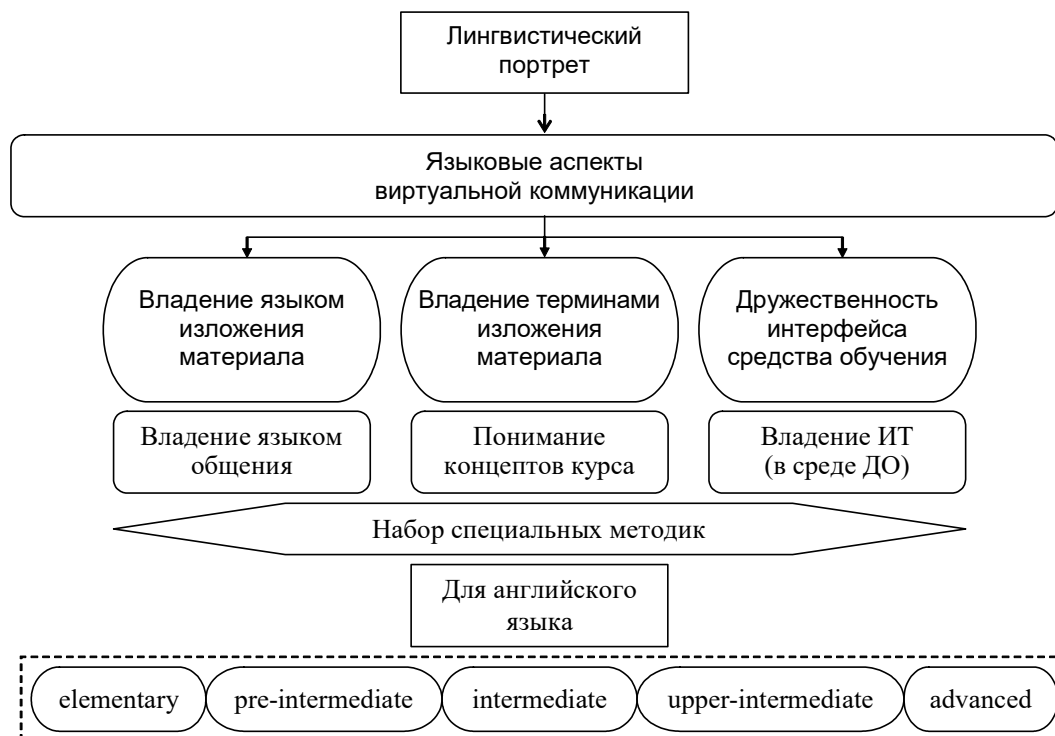


Рисунок 12. Лингвистический портрет когнитивной модели испытуемого

В данный момент ведется верификация баз данных (знаний) и продукционных ядер механизма вывода программной реализации модулей диагностики конвергентных и дивергентных интеллектуальных способностей когнитивной модели субъекта обучения на основе архитектуры экспертной системы с применением итеративного цикла технологии когнитивного моделирования. Разработанные программные продукты и полученные с их помощью результаты планируется использовать в дальнейших научно-методических исследованиях информационно-образовательной среды (на расстоянии), а также в совершенствовании структуры СДО портала кафедры.

Предложенный подход к синтезу адаптивной информационно-образовательной среды основанный на использовании методов и технологий когнитивного моделирования позволит качественно объяснить разнородные причины затруднений при формировании знаний субъектами обучения (обучаемыми) и адекватно скорректировать информационно-образовательные воздействия, генерируемые автоматизированными средствами обучения (на расстоянии).

Ветров А.Н., Котова Е.Е., Кузьмин Н.Н.

«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ"»

**ПОДХОД К СИНТЕЗУ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ
СРЕДЫ АДАПТИВНОГО (ДИСТАНЦИОННОГО) ОБУЧЕНИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ
КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Генезис идей автоматизации процесса обучения отслеживается в теории и практике образовательной деятельности еще до возникновения концепций автоматического управления, кибернетики и искусственного интеллекта как современных научно-технических направлений академической науки. С. Пресси в середине 20-х годов прошлого века непосредственно создает инновационную обучающую машину как прототип системы обучения, а разработка обучающих устройств и программ в сфере образования получает дальнейшее развитие в работах Б. Скинера, Н. Краудера и Г. Паска (50-е годы). В 1954 году Б. Скиннер непосредственно вводит научное понятие и предлагает различные принципы программированного обучения, которые развивались дальше такими российскими учеными как А.И. Берг, Л.Б. Ительсон, Л.Н. Ланда, В.М. Глушков, А.М. Довгялло, Е.И. Машбиц, Е.Л. Ющенко, П.Я. Гальперин, Н.Ф. Тальзина, А.Н. Леонтьев, В.П. Беспалько и другими.

Развитие средств вычислительной техники (персональных компьютеров) на базе информационных и коммуникационных технологий привело к тому, что идеи программированного обучения стали применяться специалистами для поддержки (традиционных) информационно-образовательных сред в так называемых автоматизированных обучающих системах (на расстоянии), которые в настоящее время широко разрабатываются и эксплуатируются как в нашей стране (СССР и РФ), так и за рубежом (Великобритания, США и Япония).

Современная ситуация на рынке образовательных услуг характеризуется динамически изменяющимися потребностями профессионально дифференцированных представителей различных слоев населения, что оказывает существенное влияние на образовательные стандарты, политику, стратегию, постановку целей и задач обучения (на расстоянии), организационную и методическую деятельность образовательного учреждения (ВУЗа), эргономическую совместимость коммуникативного взаимодействия между вовлеченными субъектами и инструментальными средствами поддержки допустимых форм, методов обучения на основе новаций в области информационных и коммуникационных технологий, поэтому процесс информатизации образовательной среды необходимо понимать как структурно сложный и непрерывный.

Дистанционное образование (образование на расстоянии) выступает сегодня специфической агрегированной формой образования (рассматривается специалистами как суперпозиция организационно независимых и смешанных с «классическими» разнородными формами образования, - подразделение в «традиционном» образовательном учреждении (ВУЗе), консорциум университетов с дилерскими/брокерскими отношениями, открытое «виртуальное» образовательное учреждение или его представительство), ориентировано на предоставление комплекса образовательных услуг по совокупности предметных областей (предметов изучения) с помощью специализированной информационно-образовательной среды, основанной на средствах репрезентации учебной информации на расстоянии (спутниковые, радио, оптические, кабельные и почтовые технологии).

При разработке современной информационно-образовательной среды определенной высоко-технологичной системы дистанционного обучения и непосредственно реализации процесса обучения (на расстоянии) в ней специалистам необходимо учитывать ряд научных аспектов (подходов): технический (уровень, вид, состав и специфические особенности применяемых аппаратных и программных средств автоматизации), содержательный (библиотека электронных методических пособий), организационно-методологический (инструкции обучаемым, психолого-педагогические и математические методы репрезентации информации), позволяющих эффективно осуществить индивидуальную адаптацию с учетом личностных особенностей обучаемых (субъектов обучения).

В научном сообществе дифференцируют сущность научных понятий «система обучения» и «обучающая система», не считают их идентичными. Под системой обучения (рис. 1) понимают обучаемого и обучающую систему.

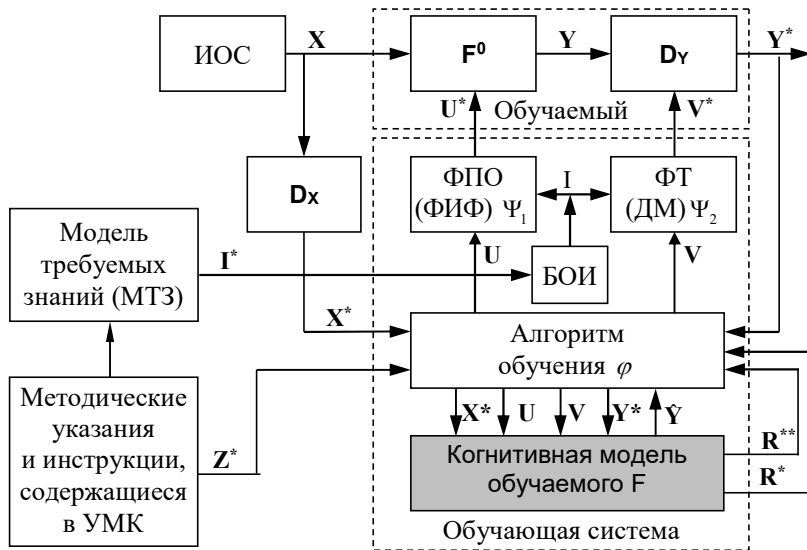


Рис. 1. Блок схема системы обучения с когнитивной моделью обучаемого

Рассматривая обобщенную структуру автоматизированной адаптивной системы обучения (на расстоянии) можно выделить ряд основных элементов:

- когнитивная модель обучаемого – непосредственно описывает оценку \hat{Y} вектора состояния обучаемого Y в функции состояния среды X и определенного обучающего (информационного) воздействия U : $\hat{Y} = F(X^*, U)$, а само состояние обучаемого Y определяется его оператором F^0 : $Y = F^0(X, U)$, где оператор F модели обучаемого подлежит определению и адаптации в управляемом технологическом процессе обучения (на расстоянии);
- алгоритм обучения (на расстоянии) – носит дуальную научную основу, во-первых, он определяет то, чему следует учить обучаемого (обучающее или информационное воздействие): $U = \varphi(X^*, \hat{Y}, Z^*, R)$, где φ – алгоритм обучения (на расстоянии), \hat{Y} – оценка состояния знаний обучаемого, полученная с помощью модели F , Z^* – цель обучения, заданная тьютором (методистом или педагогом), R^* – внешний ресурс обучения, определяемый возможностями системы обучения, R^{**} – внутренний ресурс, выделенный обучаемым F^0 на обучение (например, необходимое и достаточное время на обучение); во-вторых, алгоритм обучения (на расстоянии) определяет тесты V , ответы на которые несут информацию о когнитивной модели обучаемого F : $V = \Psi(X^*, \hat{Y})$, где Ψ – алгоритм генерации (синтеза) теста V ;
- банк обучающей информации (БОИ) – содержит набор сведений I , необходимых для усвоения обучаемым в процессе обучения (на расстоянии);
- формирователь порции обучения (ФПО) – определяет порцию информации, передаваемую обучаемому для изучения на данном этапе обучения: $U^* = \Psi_1(U, I)$, где Ψ_1 – алгоритм формирования порции обучающего воздействия; заметим, что разница между U и U^* такая же, как, например, между ссылкой на какую-то страницу текста, т.е. ее номером, и текстом (текстологическим содержанием) этой страницы; иными словами, U – адреса в БОИ, а U^* – их содержимое;
- формирователь тестов (ФТ) работает аналогично: $V^* = \Psi_2(V, I)$ – обучаемый в такой системе обучения представляет собой «преобразователь» состояния среды X и порции обучающей информации U^* в состояние Y ; информацию об этом состоянии обучаемого (субъекта обучения) можно получить только с помощью тестовых вопросов V^* : $Y^* = D_Y(Y, V^*)$, где D_Y – оператор преобразования тестовой задачи V^* и состояния обучаемого Y в ответ на контрольный вопрос Y^* (он реализуется самим обучаемым); заметим, что в частном случае непосредственно возможно $U=V$, что значительно упрощает обучающую систему (на расстоянии).

Из всего вышеизложенного следует, что ключевыми элементами являются модель обучаемого F и алгоритм обучения (на расстоянии) φ .

Технологический процесс обучения в информационно-образовательной среде посредством автоматизированной обучающей системы (на расстоянии) является непосредственно типизированным и регламентированным (управляемым): обучаемому предъявляется порция обучающей информации (обучающее воздействие), которую он должен изучить посредством средств автоматизации (электронный учебник), затем для определения качества усвоения им данной порции обучающей информации ему задается один или несколько контрольных вопросов (в составе теста). В различных автоматизированных обучающих системах (на расстоянии) осуществляется проверка правильности ответов на контрольные вопросы и генерируется следующая порция обучающей информации (обучающее воздействие), которая непосредственно отображается обучаемому (субъекту обучения).

Алгоритм обучающей программы непосредственно определяет правила генерации (синтеза) и последовательность предъявления порций обучающей информации (обучающих воздействий) обучаемому. Обучающая программа строится согласно некоторому алгоритму обучения, который представляет собой правило генерации (синтеза) управления V , или правило определения на каждом шаге обучения (на расстоянии) очередной порции обучающей информации (обучающих воздействий). Широкое распространение получили два типа обучающих программ – линейные обучающие программы и разветвленные обучающие программы. Причем среди разветвленных обучающих программ непосредственно различают внутренне и внешне регулируемые обучающие программы (средства автоматизации).

Разрабатываемая структура информационно-образовательного портала кафедры «Автоматики и процессов управления» («АПУ») «Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета "ЛЭТИ"» предусматривает разработку высоко-технологического Web-приложения, сегментированного на совокупность динамически наполняемых шаблонов, при этом непосредственно система дистанционного обучения выступает неотъемлемой частью информационно-образовательной среды кафедры.

Субъекты системы дистанционного обучения непосредственно разграничены по правам доступа и выступают в различных ролях: группа профицитных единиц [администратор, автор, тьютор и другие]; группа дефицитных единиц [гость, абитуриент, обучаемый и другие].

Ограниченность коммуникативной дуплексности «виртуального» диалога между группами профицитных и дефицитных единиц (участников) обуславливается опосредованностью информационного взаимодействия (субъекты взаимодействуют через электронный учебник и диагностический модуль) и является недостатком любой существующей системы дистанционного обучения, который нужно качественно исследовать и технологически устранять.

В основе автоматизированной информационно-образовательной среды находится компьютерная система дистанционного обучения, реализуемая непосредственно по модульному принципу (классически), но, наряду с электронным учебником и диагностическим модулем, структурно включающая модуль адаптации средств обучения (на расстоянии) на основе параметрических когнитивных моделей вовлеченных субъектов (рис. 2).

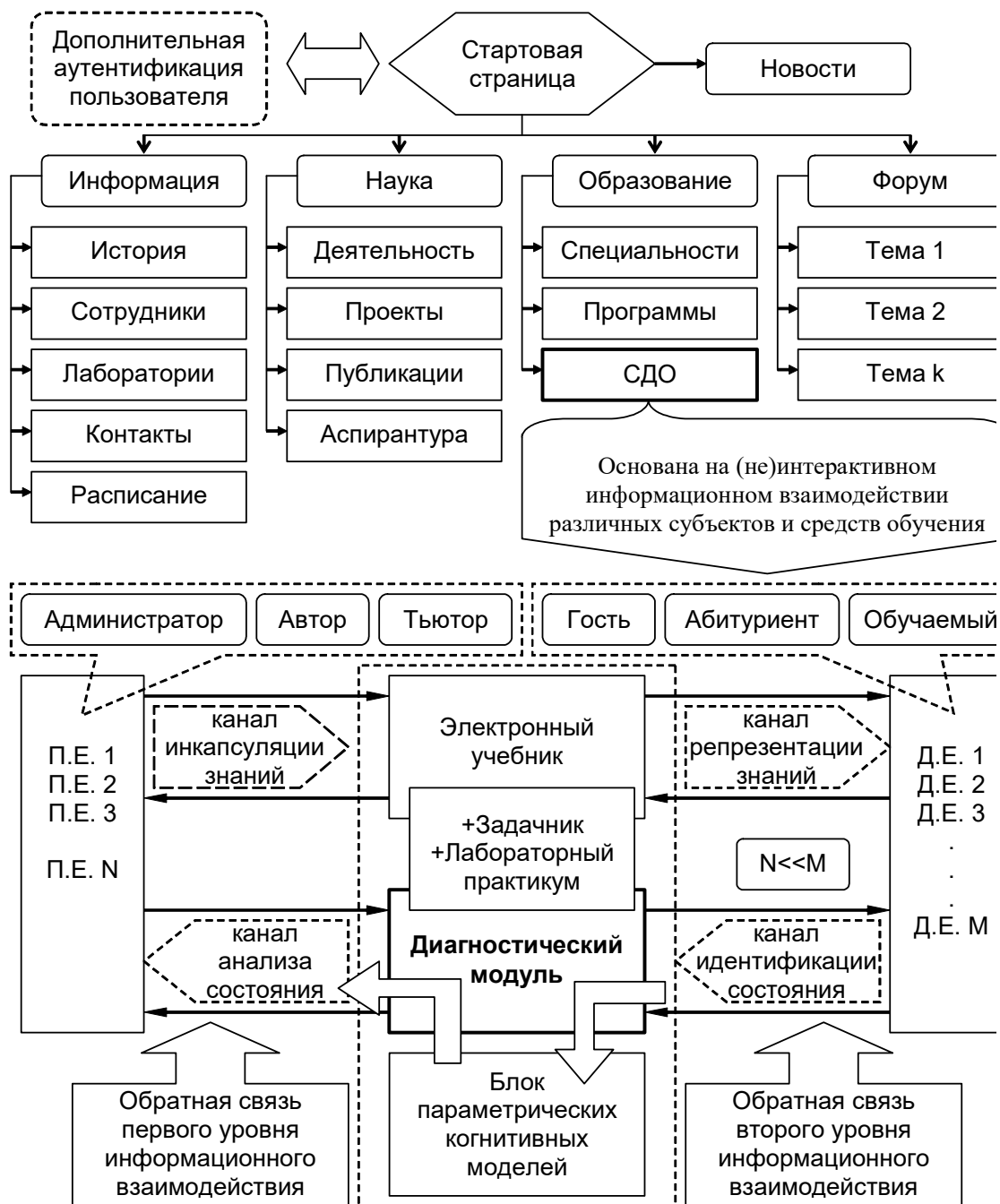


Рисунок 1. Структурная схема системы (дистанционного) обучения в основе разрабатываемого информационно-образовательного портала кафедры «АПУ» «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"»

Программные инструменты, наряду с «грубой» шкалой оценки уровня знаний (основана на расчете суммарного весового коэффициента правильных ответов), содержат «расширенную» («точную») шкалу оценки уровня знаний (на основе подсчета сумм набранных баллов по каждому варианту ответа на вопрос), - в результате анализа апостериорных данных диагностики установлено, что при линейном возрастании количества многовариантных ответов существенно возрастает точность оценки уровня остаточных знаний.

В электронном учебнике материал по каждой дисциплине стратифицируется на главы, разделы, подразделы и страницы, каждой страте ассоциируется блок контрольных вопросов, предназначенный для использования в модуле диагностики СДО, что позволяет эффективно организовать текущий, промежуточный и итоговый контроль уровня осведомленности (остаточных знаний) субъекта по ряду разнородных предметов изучения (дисциплин) с применением целого ряда моделей «псевдо»-адаптации. Многие модели адаптации не охватывают в полной мере оба уровня информационного взаимодействия системы дистанционного обучения, а непосредственно носят лишь экспериментальный характер, так как позволяют иногда снизить индивидуальное время цикла тестирования за счет подстройки последовательности подлежащих отображению вопросов (из общей выборки вопросов, которые заранее ранжированы по сложности) на основе анализа ответов определенного испытуемого в масштабе времени, приближенному к реальному (для существенной минимизации временных издержек и максимизации эффекта синхронизации виртуального диалога при интерактивном взаимодействии субъектов обучения и средств обучения).

Для текущей обработки апостериорных результатов исследования уровня остаточных знаний испытуемых применяется аналитически-численный метод, который также позволяет скорректировать последовательности вопрос-ответных структур в базе данных (знаний) диагностического модуля для организации тестирования последующих групп испытуемых в будущем периоде, включает расчет следующих параметров (i - индекс номера испытуемого, j - индекс номера вопроса в задании или номера задания в блоке заданий):

1. Сложность j -го задания в выборке вопрос-ответных структур (из базы данных):

$$K_j = \frac{N_j}{N}.$$

2. Суммарный результат выполнения всех заданий i -м испытуемым:

$$y_j = \sum_{i=1}^M x_{ij}.$$

3. Суммарный результат выполнения j -го задания всеми испытуемыми:

$$x_j = \sum_{i=1}^N x_{ij}.$$

4. Средний уровень тестирования по результатам выполнения всех заданий:

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^N y_i}{N}.$$

5. Средний уровень выполнения j -го задания всеми испытуемыми:

$$p_j = \frac{x_j}{N}.$$

6. Дисперсия суммарных баллов испытуемых (субъектов обучения):

$$\delta_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{Y})^2}{N-1}.$$

7. Стандартное отклонение суммарных баллов испытуемых (субъектов обучения):

$$\delta_y = \sqrt{\delta_y^2}.$$

8. Дисперсия результатов тестирования по определенному j-му заданию:

$$\delta_j^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_{ij} - p_j)^2}{N-1}.$$

9. Стандартное отклонение результатов тестирования по j-му заданию:

$$\delta_j = \sqrt{\delta_j^2}.$$

10. Оценка связи каждого j-го задания с суммой баллов по всему тесту:

$$r_j = \frac{\frac{\sum_{i=1}^N (x_{ij} * y_i)^2}{N} - p_j * \bar{Y}}{\delta_j^2 * \delta_y} * \frac{N}{N-1}.$$

11. Среднее арифметическое независимых экспертных оценок:

$$\bar{Z} = \frac{\sum_{i=1}^N Z_i}{N}.$$

12. Стандартное отклонение независимых экспертных оценок:

$$\delta_Z = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Z_i * \bar{Z})^2}{N-1}}.$$

13. Коэффициент корреляции результатов тестирования испытуемых и независимых экспертных оценок (валидность теста):

$$V = \frac{\frac{\sum_{i=1}^N (Z_i * y_i)}{N} - \bar{Z} * \bar{Y}}{\delta_Z * \delta_y} * \frac{N}{N-1}.$$

14. Показатель точности и устойчивости результатов в времени (надежность теста).

Учебная практика современного образовательного учреждения, основанного на инновационных высоко-технологичных адаптивных информационно-образовательных средствах и средах, предполагает периодическую идентификацию и системный анализ не только уровня осведомленности познающего субъекта по предметам изучения, но, также, и актуализирует рассмотрение концептуальных основ инженерии и знаний (когнитивной информатики, физиологии сенсорных систем, когнитивной психологии и когнитивной лингвистики), которые акцентируют существенное внимание ученых и исследователей на физиологическом, лингвистическом и психологическом аспектах информационного взаимодействия субъектов обучения и средств обучения.

Для системного анализа эффективности формирования знаний обучающихся поступающих непосредственно из электронного учебника (в частности) по каналу репрезентации информации системы дистанционного обучения информационно-образовательной среды разработана структура когнитивной модели, эшелонированная на ряд разнородных параметризованных портретов: физиологический (подчеркивает потенциальную возможность сенсорного восприятия информации в сигнальной форме зрительным и слуховым анализаторами), психологический (отражает различные конвергентные и дивергентные интеллектуальные способности, познавательные стили и обучаемость) и лингвистический (естественно-языковые аспекты виртуальной коммуникации), для наполнения которых используется итеративный цикл специально разработанной технологии когнитивного моделирования (представлена в разделе 2.3 коллективной монографии «Факторы успеха в образовательной деятельности современного ВУЗа» под редакцией члена-корреспондента «МАН ВШ» И.Н. Захарова).

Интеллектуальные обучающие системы (на расстоянии) относятся к новым средствам компьютерной поддержки процесса обучения, поэтому они могут быть с успехом использованы для прикладных задач исследования информационно-образовательной среды адаптивного обучения.

Разработанные программные продукты предполагается использовать в составе единого информационно-вычислительный комплекса параметрической идентификации портретов когнитивной модели, а полученные на его основе результаты предполагается использовать в дальнейших научно-методических и практических исследованиях адаптивных информационно-образовательных сред (на расстоянии).

В данный момент ведется верификация баз данных (знаний) и продукционных ядер механизма вывода программной реализации модулей диагностики конвергентных и дивергентных интеллектуальных способностей когнитивной модели субъекта обучения на основе архитектуры экспертной системы с применением итеративного цикла технологии когнитивного моделирования.

Предложенный подход к синтезу адаптивной информационно-образовательной среды основанный на использовании методов и технологий когнитивного моделирования позволит качественно объяснить разнородные причины затруднений при формировании знаний субъектами обучения (обучаемыми) и адекватно скорректировать информационно-образовательные воздействия, генерируемые автоматизированными средствами обучения (на расстоянии).

УДК 681.3.066

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

Котова Е.Е., доцент кафедры «Автоматики и процессов управления»

Кузьмин Н.Н., зав. кафедрой «Автоматики и процессов управления»,
проректор по учебной работе «Санкт-Петербургского
государственного электротехнического университета "ЛЭТИ"»

ИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ

В свете существенной глобализации информационной среды и интенсификации роста разнородных потоков информации как первообразной агрегата знаний по широкому спектру предметных областей актуализируется выработка ковариантных подходов, методов и технологий повышающих эффективность создания, распределения и использования разных информационных ресурсов, продуктов и услуг между различными категориями субъектов информационного процесса.

Информатизация учреждений системы науки и образования инициирует рассмотрение широкого спектра разнородных аспектов: региональный, экономический, организационный, технический, внедренческий, педагогический, методический, физиологический, психологический, лингвистический, эргономический и другие. Институциональные органы, регламентирующие политику в сфере образования, существенно озабочены проблематикой персонифицированного (индивидуально-ориентированного и адаптивного) обучения (на расстоянии), отчасти внедрением средств обучения позволяющих учитывать индивидуальные особенности личности субъектов обучения.

Традиционные информационно-образовательные среды (ИОС) систем автоматизированного (дистанционного) обучения практически не учитывают индивидуальные особенности (характеристики) личности субъекта обучения, что оказывает влияние на уровень качества (пере)подготовки специалистов.

Индивидуальная ориентация информационного взаимодействия между субъектами и средствами обучения в автоматизированной ИОС непосредственно достигается за счет использования ряда технологий: технология индивидуального обучения – реализует схему «субъект – средство обучения», технология индивидуализированного обучения – позволяет учитывать индивидуальные особенности личности субъектов обучения в образовательном процессе, технология адаптивного обучения – генерация разнородных информационно-образовательных воздействий осуществляется на основе инвариантной модели.

При разработке и внедрении технологий личностно-ориентированного обучения необходимо учитывать личностные характеристики субъектов обучения (ЛХО): физиологические, психологические, лингвистические и другие.

Средством реализации адаптивной генерации разнородных информационно-образовательных воздействий согласно ЛХО в среде автоматизированного (дистанционного) обучения (АДО) выступает параметрическая когнитивная модель (КМ), при разработке структуры которой необходимо учитывать совокупность требований: релевантность (сформировать параметрическую модель с набором личностных характеристик субъекта учитываемых средствами ИОС и существенных для достижения определенных целей обучения), адекватность (соответствие полученной параметрической модели оригиналу), состоятельность (поддержка средствами ИОС квази-динамического системного анализа и обновления параметров модели за счет систематического накопления данных о состоянии субъекта обучения).

ИОС адаптивного обучения на основе блока параметрических КМ имеет ряд существенных специфических особенностей (рис. 1): организационными единицами информационного центра учреждения необходимо обеспечить подготовку тестов и тестирование ЛХО, а обучаемому требуется выполнить тесты ЛХО и задания развивающие ЛХО.



Рис. 1. Особенности информационной среды при организации адаптивного обучения на основе параметрических когнитивных моделей

Инновационные модификации ИОС также отражаются на структуре обучения как технологического процесса формирования знаний обучаемого (рис. 2), включающего совокупность технологических заделов (этапов): планирование, подготовка учебно-методического комплекса (УМК), этап обучения (на расстоянии), анализ и контроль состояния.

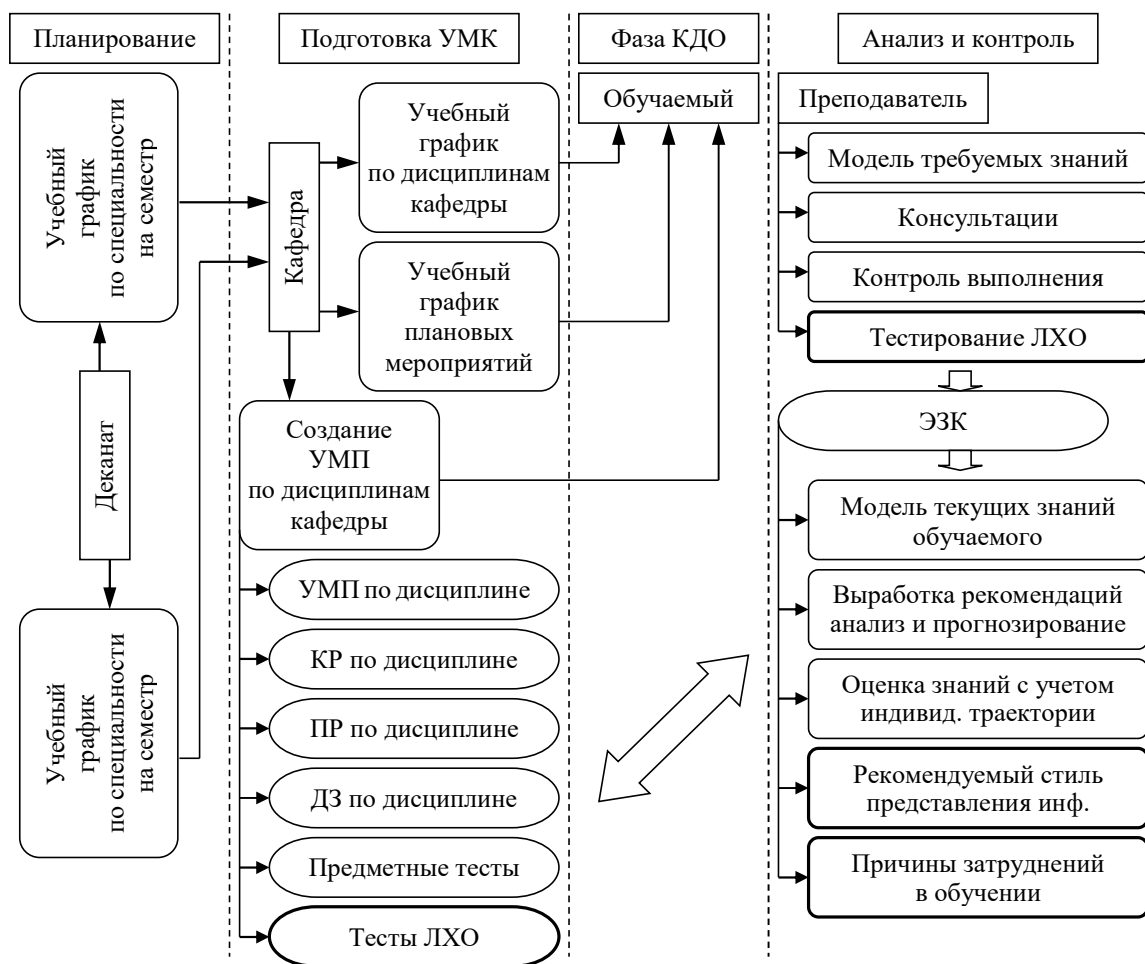


Рис. 2. Технологические особенности при организации автоматизированного (дистанционного) обучения на основе параметрических когнитивных моделей

На этапе подготовки УМК необходимо подготовить тесты ЛХО, на этапе анализа и контроля состояния субъектов обучения протестировать ЛХО, а затем выявить рекомендуемый способ и стиль представления информации, причины затруднений обучаемого в процессе обучения (на расстоянии) и занести результаты в электронную записную книжку (ЭЗК).

Структура системы АДО с элементами адаптации на основе блока КМ (рис. 3) представляет собой замкнутый контур (с обратными связями), включающий два уровня информационного взаимодействия: первый уровень представлен каналом инкапсуляции знаний и каналом анализа состояния, второй уровень содержит канал репрезентации знаний и канал идентификации состояния обучаемого.

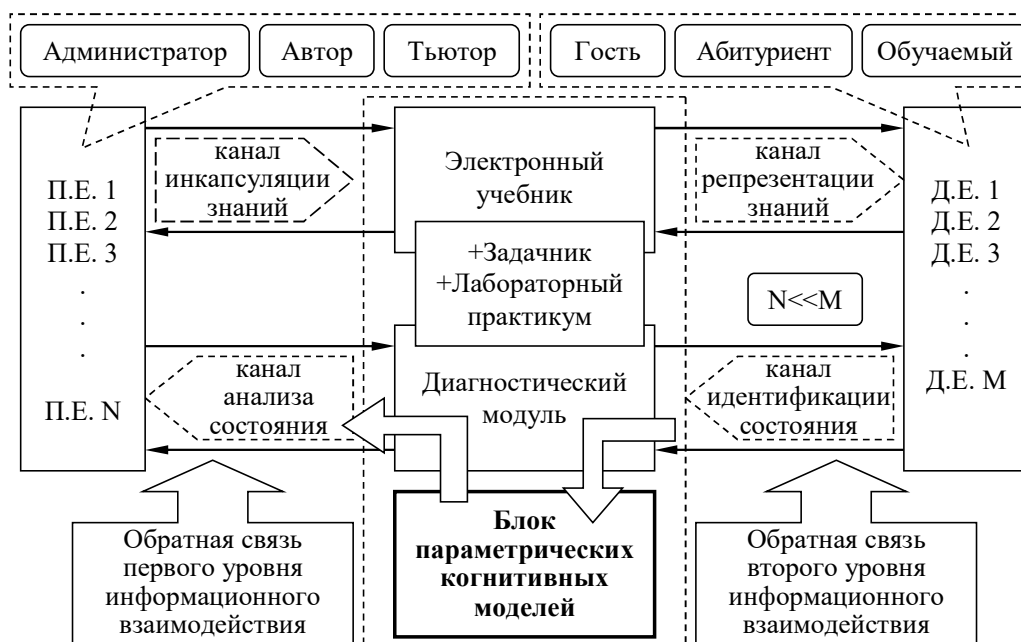


Рис. 3. Структура системы автоматизированного (дистанционного) обучения с элементами адаптации на основе блока параметрических когнитивных моделей

По отношению к процессу формирования знаний субъекты ИОС системы АДО разграничены по уровню доступа и выступают в различных ролях: профицитные единицы (П.Е.): администратор, автор, тьютор и другие; дефицитные единицы (Д.Е.): гость, абитуриент, обучаемый и прочие. Виртуальный диалог между субъектами обучения осуществляется посредством средств ИОС системы АДО и поэтому обладает существенным недостатком – ограниченностью коммуникативного взаимодействия (в широком смысле), который необходимо исследовать и технологически устранять.

Обучение (на расстоянии) рассматривается как технологический процесс управляемого переноса предметных знаний в сознание обучаемого и включает последовательность этапов обработки информации (визуальная репрезентация, восприятие, понимание, выработка умений, формирование навыков и агрегация полученной информации в знания), поэтому уровень остаточных знаний обучаемого существенно зависит от качества восприятия и понимания содержания информационных фрагментов.

Управление отображением последовательности информационных фрагментов (электронная книга, раздел, глава, параграф и страница) различными способами реализует непосредственно инновационный процесс адаптивной репрезентации информационных фрагментов электронного учебника на основе структурной (семантической) метамоделей предмета изучения и инновационного высоко-технологического блока параметрических КМ.

Структурная (семантическая) метамоделей предмета изучения необходима и достаточна для наполнения предметным содержанием по циклу дисциплин.

Диагностический модуль системы АДО предназначен для автоматизации начального, промежуточного и итогового контрольного тестирования уровня остаточных знаний обучаемого по предмету изучения, а также реализует автоматизацию начального и квазидинамического исследования параметров ЛХО для наполнения КМ субъекта обучения номинальными значениями.

Для автоматизации исследования уровня остаточных знаний обучаемых разработан программный инструментарий (основной диагностический модуль), позволяющий проводить оценку на основе двух разнородных шкал: «грубая» – расчет суммы правильных ответов на вопросы метода исследования, «расширенная» или «точная» – расчет суммы набранных (штрафных) баллов по каждому (не)правильному варианту ответа на вопрос метода исследования.

Для обработки апостериорных результатов исследования предлагается методика оценки уровня знаний обучаемого и анализа качества теста (рис. 4).

Данная методика позволяет сформировать интервальную шкалу оценки и функцию оценивания, осуществить на ее основе тестирование (методика реализована в основе программного инструментария), а затем осуществить системный анализ состояния испытуемого и оценить качество теста



Рис. 4. Методика оценки уровня знаний испытуемого и анализа качества теста на основе апостериорных результатов тестирования

Для комплексного решения научной проблемы создания и последующего эффективного системного анализа ИОС личностно-ориентированного обучения (на расстоянии) предлагается технология когнитивного моделирования (ТКМ), методика использования ТКМ и алгоритм формирования параметрической КМ.

ТКМ (рис. 5) является универсальной по отношению к объекту исследования и представляет собой итеративный цикл, включающий совокупность этапов, позволяющих не только получить первичные представления в рамках выбранного спектра научных аспектов рассмотрения, но и осуществить структурный и параметрический системный анализ.

Для системного анализа сложных объектов исследования ТКМ предусматривает привлечение ряда консультантов (специалистов), которые непосредственно обозначены различными литерами (буквами): эксперт (Э) – квалифицированный специалист в предметной области (для ИОС привлекается методист, преподаватель и другие), когнитолог (К) – квалифицированный специалист в области инженерии знаний, обеспечивающий корректность полученной структуры параметрической КМ, системный аналитик (А) – специалист в области системного анализа и моделирования, выявляющий соответствие полученной параметрической КМ реальному объекту, программист (П) – квалифицированный специалист в области языков программирования, владеющий методами и подходами к реализации современных средств ИОС посредством высоко-технологичных интегрированных сред программирования.

Методика использования ТКМ (рис. 6) и алгоритм формирования структуры КМ разработаны для формализации последовательности использования ТКМ с целью формирования структуры когнитивной модели для задач системного анализа ИОС системы АДО с элементами адаптации на основе блока параметрических КМ.

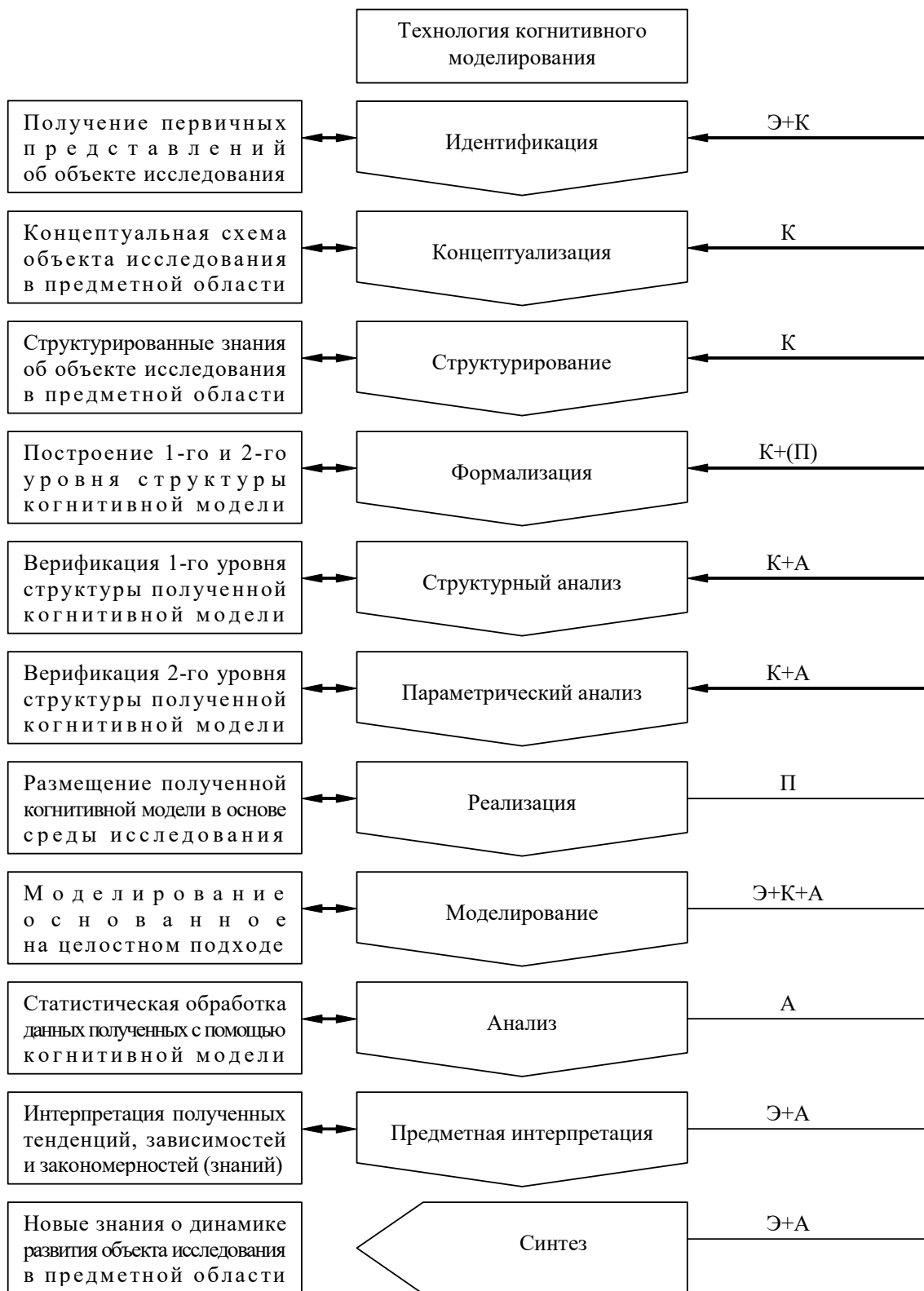


Рис. 5. Итеративный цикл технологии когнитивного моделирования



Рис. 6. Методика использования технологии когнитивного моделирования

Для исследования структурно сложных объектов рекомендуется использовать представление КМ в виде ориентированного графа, вершины которого образуют ряд математических множеств (рис. 7, вверху), что является удобным для последующего системного анализа.

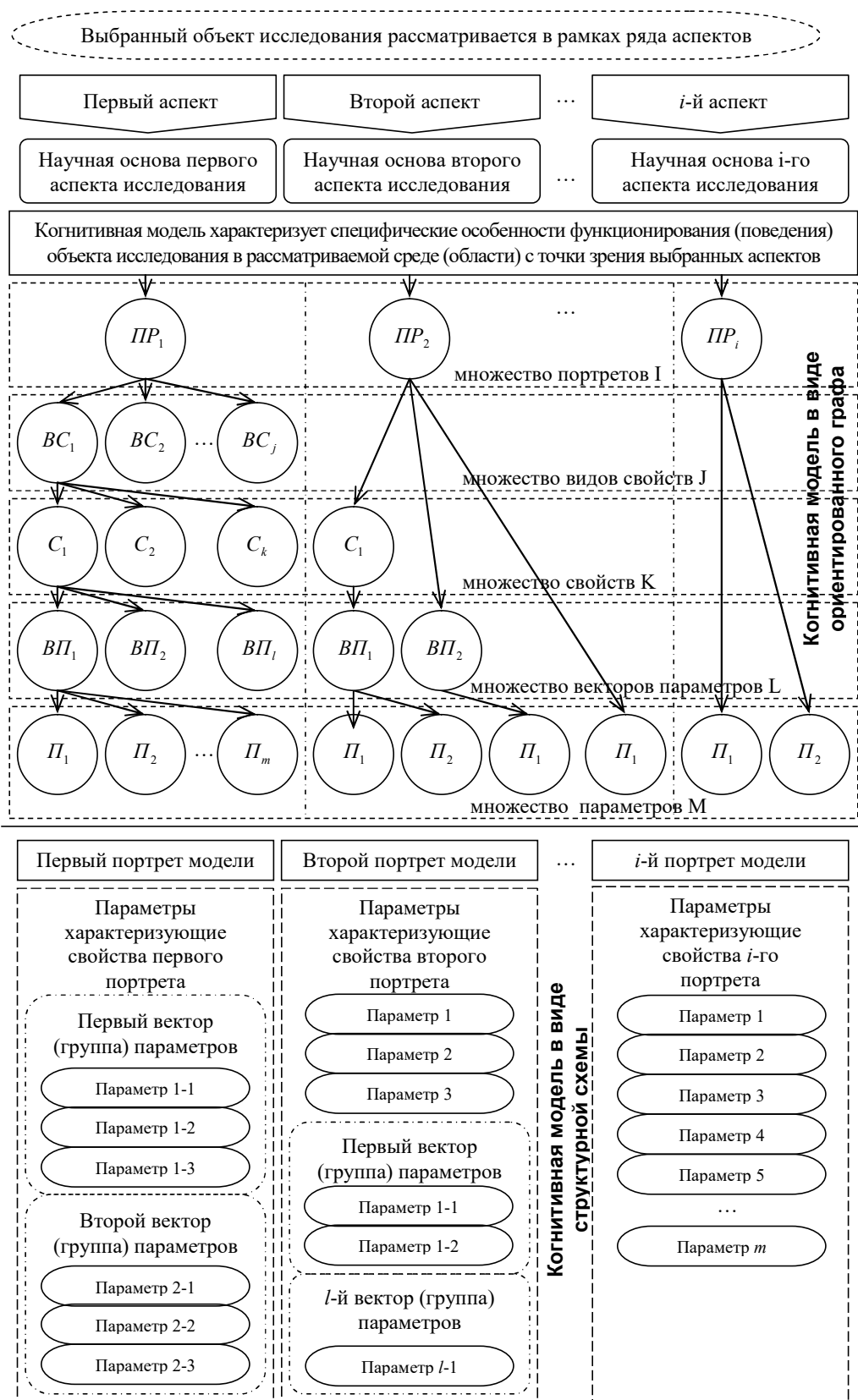


Рис. 7. Основа для формирования структуры когнитивной модели, представленная в виде графа (вверху) и структурной схемы (внизу)

Для структурно простых объектов исследования рекомендуется использовать схематическое представление КМ (рис. 7, внизу).

Параметрическая КМ выступает репертуаром параметров, эшелонированным на совокупность портретов и стратифицированным на ряд математических множеств (представление КМ на рис. 7, вверху), отражающим наиболее важные аспекты информационного взаимодействия субъектов обучения и средств обучения в ИОС системы АДО, обеспечивающим согласованность генерации разнородных информационно-образовательных воздействий с ЛХО, а также позволяющим выявить причины разных затруднений в технологическом процессе формирования знаний контингента обучаемых.

При этом параметрическая КМ дифференцируется на КМ субъекта обучения (параметры, характеризующие ЛХО) и КМ средства обучения (параметры, характеризующие потенциально возможные типы и виды генерируемых информационно-образовательных воздействий).

Параметрическая КМ субъекта обучения (рис. 8) концентрирует параметры физиологического, психологического и лингвистического портретов, характеризующие ЛХО.

Параметрическая КМ средства обучения (рис. 9) содержит параметры, характеризующие потенциально возможные типы, виды и особенности генерируемых информационно-образовательных воздействий.

Контур адаптации в ИОС системы АДО на основе блока параметрических КМ технологически реализуем при возможности генерации обучающих воздействий на основе параметрической КМ средства обучения согласованно с ЛХО содержащимися в параметрической КМ субъекта обучения.



Рис. 8. Когнитивная модель субъекта обучения



Рис. 9. Когнитивная модель средства обучения

Для автоматизации задач исследования векторов параметров в составе портретов КМ субъекта обучения использовался программный инструментарий, разработанный на базе архитектуры экспертной системы и содержащий в основе базы знаний совокупность прикладных методик на научной основе частной физиологии сенсорных систем, когнитивной психологии и лингвистики.

Оценка эффективности внедрения научных результатов исследования производилась с использованием общепринятых показателей эффективности:

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

Коэффициенты соответственно обозначают непосредственно абсолютный, сравнительный и относительный показатели эффективности, а апостериорные результаты математической обработки статистических данных серии автоматизированных экспериментов обобщены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты статистической обработки данных эксперимента

Наименование показателей	Номер экспериментальной группы испытуемых							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Эксперимент №1 (без использования ТКМ)								
Ср. балл Y1	3,850	3,414	3,224	3,678	4,036	3,643	3,790	3,645
СКО ср. балла	0,867	0,178	1,958	0,879	0,577	0,783	1,679	1,047
Эксперимент №2 (с использованием ТКМ, личностная адаптация)								
Ср. балл Y2	4,041	3,674	3,357	3,786	4,157	3,853	3,821	3,743
СКО ср.балла	0,723	0,127	1,743	0,743	0,446	0,654	1,538	0,986
Итоги исследования								
K1	0,191	0,26	0,133	0,108	0,121	0,21	0,031	0,098
K2	1,049	1,076	1,041	1,029	1,029	1,057	1,008	1,026
K3	0,049	0,076	0,041	0,029	0,029	0,057	0,008	0,027
Изм. СКО	-0,144	-0,051	-0,215	-0,136	-0,131	-0,129	-0,141	-0,061

Предложенный подход позволяет реализовать дополнительный контур адаптации на основе инновационного блока параметрических когнитивных моделей, а также провести анализ эффективности функционирования ИОС системы АДО.

**АДАПТИВНАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО (ДИСТАНЦИОННОГО) ОБУЧЕНИЯ
НА ОСНОВЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ**

Предлагается подход к созданию, анализу и повышению эффективности функционирования информационно-образовательной среды системы автоматизированного (дистанционного) обучения на основе параметрических когнитивных моделей

**Информационно-образовательная среда,
система автоматизированного (дистанционного) обучения, когнитивная модель,
блок параметрических когнитивных моделей, технология когнитивного моделирования,
алгоритм формирования структуры когнитивной модели.**

Информатизация образовательных (научных) учреждений инициирует рассмотрение широкого спектра научных аспектов (подходов): региональный, экономический, организационный, технический, внедренческий, социальный, педагогический, методический, эргономический, физиологический, психологический, лингвистический и прочие.

Генезис идей автоматизированного обучения прослеживается с середины 20-х г. прошлого века и связан с появлением классических моделей используемых в основе образовательных средств: линейная (Б.Ф. Скиннер), линейная с обратной связью (С.Л. Пресси), разветвленная и разветвленная многоуровневая (Н. Краудер, Г. Паск), которые в дальнейшем получили развитие в работах ряда российских ученых: А.И. Берг, В.П. Беспалько, П.Я. Гальперин, В.М. Глушков, А.М. Довгялло, Л.Б. Ительсон, Л.Н. Ланда, А.Н. Леонтьев, Е.И. Машбиц, Н.Ф. Талызина, Е.Л. Ющенко и другие.

Классические и инновационные информационно-образовательные среды (ИОС) систем автоматизированного (дистанционного) обучения (АДО) созданные на основе традиционных моделей и технологий практически не учитывают индивидуальные особенности (характеристики) личности субъекта обучения (ЛХО). Существенным исключением является разветвленная многоуровневая модель, учитывающая уровень остаточных знаний обучаемого и уровень изложения по предмету изучения.

Современный уровень развития науки и технологии позволяет реализовать средства обучения нового поколения учитывающие ЛХО на основе гибридной и адаптивной моделей, что существенно влияет на качество (пере)подготовки квалифицированных специалистов.

Индивидуальная ориентация информационного взаимодействия между субъектами обучения и средствами обучения в ИОС системы АДО достигается за счет использования ряда современных технологий: технология индивидуального обучения – реализует схему «субъект – средство обучения», технология индивидуализированного обучения – обеспечивает учет индивидуальных особенностей личности, технология адаптивного обучения – позволяет генерировать образовательные воздействия непосредственно на основе инвариантной (параметрической) модели.

Для реализации адаптивной генерации информационно-образовательных воздействий согласно ЛХО в ИОС системы АДО предлагается использовать когнитивную модель (КМ), структура которой непосредственно отвечает ряду современных требований: релевантность – сформировать модель с набором личностных характеристик субъекта обучения учитываемых средствами обучения ИОС и существенными для достижения целей обучения, адекватность – соответствие полученной параметрической модели оригиналу, состоятельность – поддержка средствами обучения ИОС квази-динамического системного анализа и обновления номинальных значений параметров модели за счет систематического накопления данных о состоянии субъекта обучения.

Структура обучения как технологического процесса формирования знаний обучаемого (рис. 1), включает ряд разнородных технологических заделов (технологических этапов): планирование, подготовка учебно-методического комплекса (УМК), фаза обучения (на расстоянии), анализ и контроль состояния субъекта обучения.

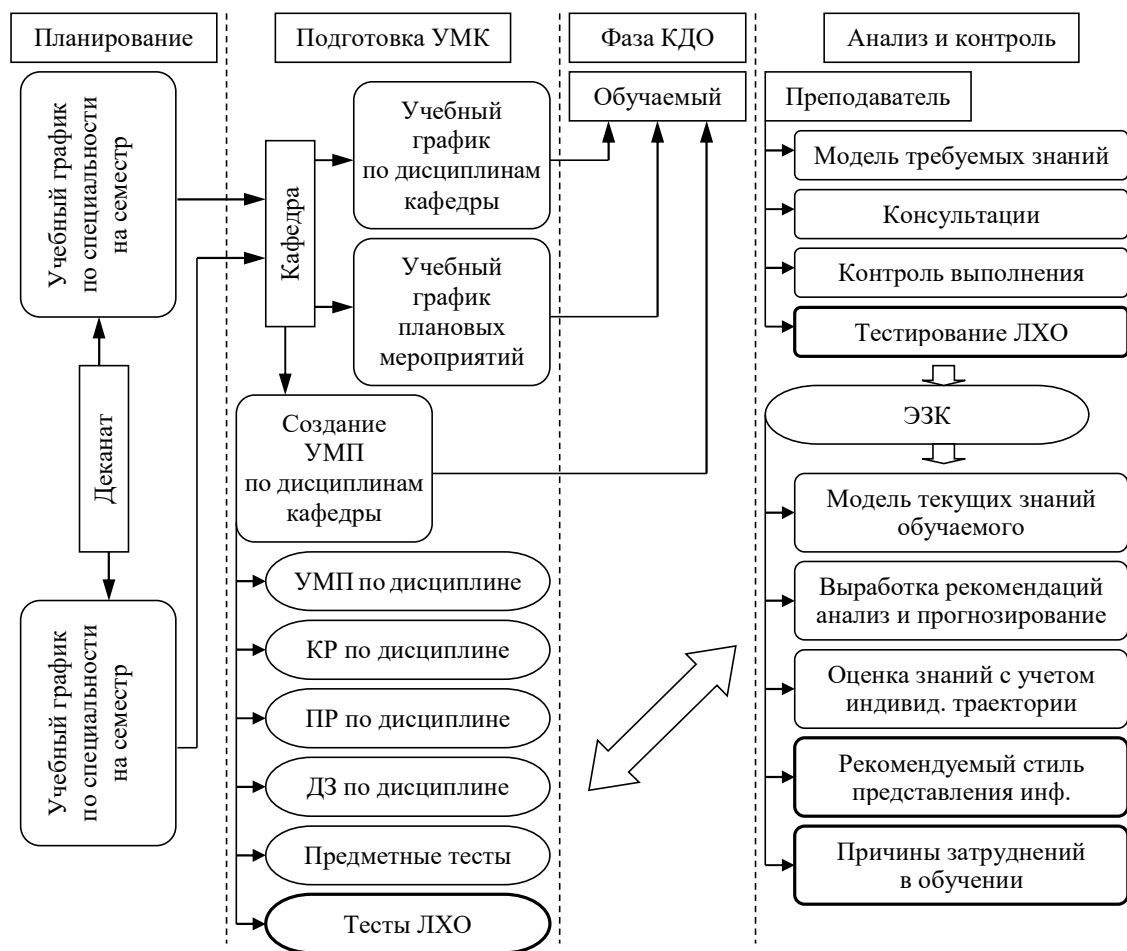


Рис. 1. Технологические особенности при организации автоматизированного (дистанционного) обучения на основе параметрических когнитивных моделей

Реализация ИОС адаптивного обучения на основе блока параметрических КМ влечет модификацию некоторых технологических этапов образовательного процесса: этап подготовки (электронного) УМК – необходимо подготовить тесты ЛХО, этап (автоматизированного) анализа и контроля – требуется протестировать ЛХО, выявить предпочтительные параметры представления информационных фрагментов, причины затруднений каждого обучаемого при их восприятии и обработке, а затем занести апостериорные результаты в электронную записную книжку (ЭЗК).

Структура системы АДО с элементами адаптации на основе блока КМ (рис. 2) представляет собой замкнутый контур (с обратными связями), включающий два уровня информационного взаимодействия между субъектами и средствами обучения: первый уровень представлен каналом инкапсуляции знаний и каналом анализа состояния, второй уровень содержит канал репрезентации знаний и канал идентификации состояния обучаемого.

По отношению к технологическому процессу формирования знаний (на расстоянии) субъекты ИОС системы АДО разграничены по уровню доступа и выступают в различных ролях: профицитные единицы (П.Е.): администратор, автор, тьютор и прочие, дефицитные единицы (Д.Е.): гость, абитуриент, обучаемый и прочие. Виртуальный диалог между субъектами обучения осуществляется посредством средств обучения ИОС системы АДО и поэтому обладает существенным недостатком – ограниченностью коммуникативного взаимодействия (в широком смысле), который необходимо исследовать и технологически устранять.

Обучение (на расстоянии) рассматривается как технологический процесс управляемого переноса знаний по предмету изучения в сознание обучаемого и включает последовательность технологических этапов обработки информации (визуальная репрезентация, восприятие, понимание, выработка умений, формирование навыков и агрегация полученной информации в знания), поэтому уровень остаточных знаний обучаемого существенно зависит от качества восприятия и понимания содержания информационных фрагментов.

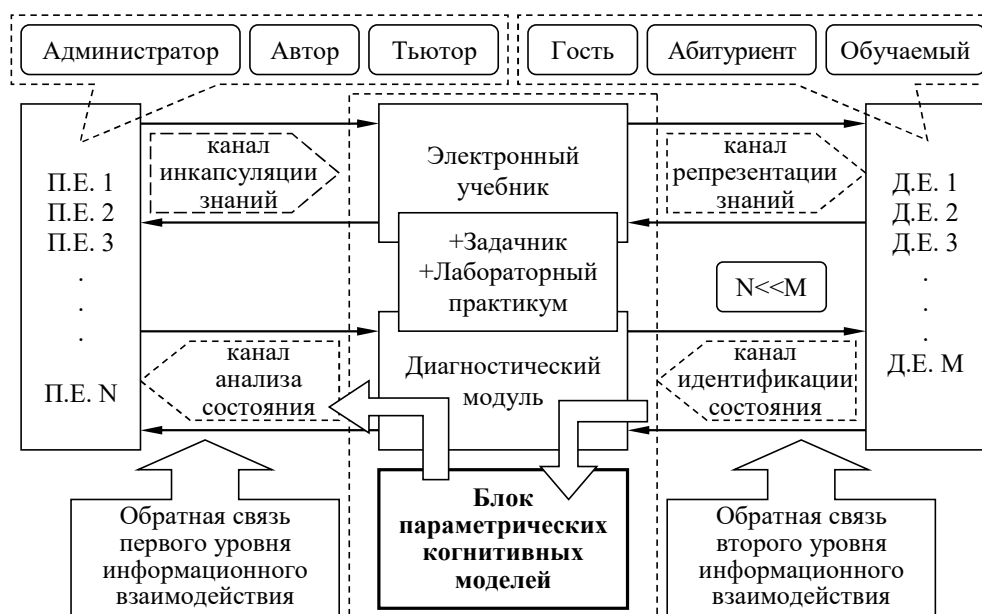


Рис. 2. Структура системы автоматизированного (дистанционного) обучения с элементами адаптации на основе блока параметрических когнитивных моделей

Диагностический модуль (основной и прикладной) системы АДО (рис. 3)

предназначен для начального, промежуточного и итогового контрольного тестирования уровня остаточных знаний обучаемого по определенному предмету изучения, а также реализует начальное и квази-динамическое исследование параметров ЛХО для наполнения номинальными значениями параметров параметрической КМ субъекта обучения.



Рис. 3. Общая схема обучения как управляемого технологического процесса с адаптацией

на основе блока параметрических когнитивных моделей:

принцип функционирования диагностического модуля

Управление отображением последовательности разнородных информационных фрагментов (электронная книга, раздел, глава, параграф и страница) различными способами реализует процессор адаптивной репрезентации последовательности информационных фрагментов расположенный непосредственно в структуре адаптивного электронного учебника (рис. 4) на основе структурной (семантической) мета-модели предмета изучения и инновационного высоко-технологического блока параметрических КМ. Структурная (семантическая) метамодель предмета изучения необходима и достаточна для наполнения предметным содержанием по циклу дисциплин (предметов изучения).

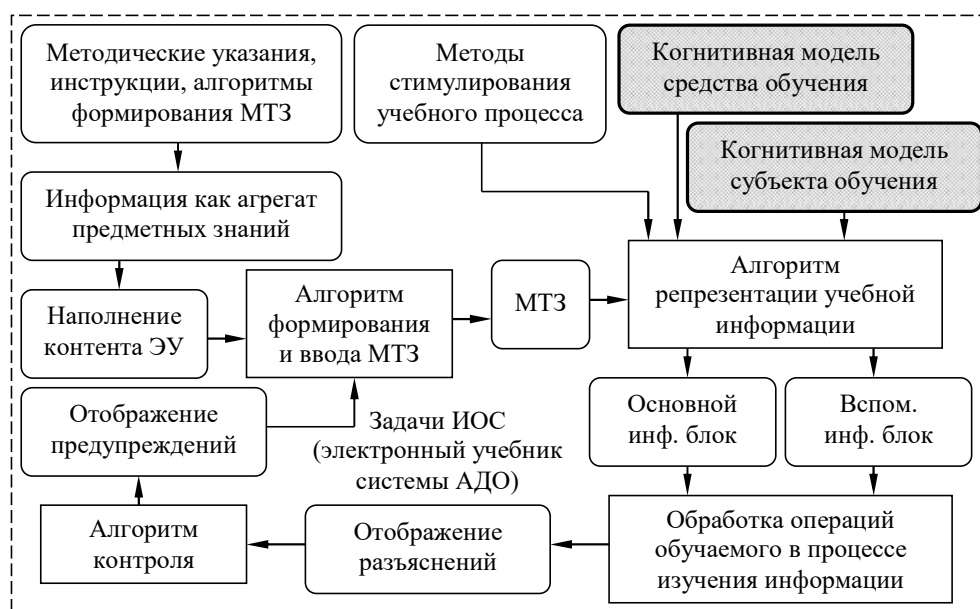


Рис. 4. Общая схема обучения как управляемого технологического процесса с адаптацией

на основе блока параметрических когнитивных моделей:

принцип функционирования электронного учебника

В адаптивном электронном учебнике материал по каждой дисциплине (предмету изучения) структурируется на главы, разделы, подразделы, модули, параграфы и страницы, каждому информационному фрагменту ассоциируется блок контрольных вопросов, предназначенный для использования в диагностическом модуле системы АДО, что позволяет эффективно организовать текущий, промежуточный и итоговый контроль уровня остаточных знаний субъекта обучения по ряду предметов изучения (дисциплин) с использованием ряда различных методов исследования (оценки) (тестов).

Для автоматизации исследования уровня остаточных знаний субъектов обучения разработан программный инструментарий (основной диагностический модуль), позволяющий непосредственно проводить оценку на основе двух шкал: «грубая» – расчет суммы правильных ответов на вопросы метода исследования (теста); «расширенная» или «точная» – расчет суммы набранных (штрафных) баллов по каждому (не)правильному варианту ответа на вопрос метода исследования (теста).

Обработка апостериорных данных тестирования осуществляется с использованием специальной методики (не представлена в данной научной статье) позволяющей оценить уровень знаний испытуемого и провести анализ качества теста непосредственно на основе ряда аналитических коэффициентов: сложность задания, суммарный результат выполнения всех заданий i -м обучаемым, суммарный результат выполнения j -го задания всеми обучаемыми, средний уровень тестирования по результатам выполнения всех заданий, средний уровень выполнения определенного j -го задания всеми обучаемыми, дисперсия суммарных баллов испытуемых (субъектов обучения), стандартное отклонение суммарных баллов испытуемых (субъектов обучения), дисперсия результатов тестирования по j -му заданию; стандартное отклонение результатов тестирования по определенному j -му заданию метода исследования (теста), оценка связи каждого j -го задания с суммой баллов по всему тесту (методу исследования), среднее арифметическое независимых экспертных оценок, стандартное отклонение независимых экспертных оценок, коэффициент корреляции результатов тестирования и независимых экспертных оценок (валидность теста) и показатель точности и устойчивости результатов тестирования (надежность теста).

Для комплексного решения научной проблемы создания и последующего системного анализа ИОС системы АДО с элементами адаптации на основе блока параметрических КМ предлагается инновационная технология когнитивного моделирования (ТКМ) и методика использования ТКМ для формирования структуры параметрической КМ.

ТКМ выступает универсальной по отношению к объекту исследования и является итеративным циклом, включающим последовательность технологических этапов, позволяющих не только получить первичные представления об объекте исследования в рамках спектра разнородных научных аспектов рассмотрения объекта исследования, но и осуществить структурный (параметрический) системный анализ. ТКМ включает следующие технологические этапы (технологические заделы) системного анализа: идентификация (получение первичных представлений об объекте исследования), концептуализация (концептуальная схема объекта исследования в предметной области), структурирование (структурированные знания об объекте исследования в предметной области), формализация (построение первого и второго уровня структуры параметрической КМ), структурный анализ (верификация первого уровня структуры полученной параметрической КМ), параметрический анализ (верификация второго уровня структуры параметрической КМ, ее параметров), реализация (размещение полученной параметрической КМ в основе среды исследования), моделирование (когнитивное моделирование основанное на целостном подходе), анализ (статистическая обработка данных полученных с помощью параметрической КМ), предметная интерпретация (интерпретация полученных тенденций, зависимостей, закономерностей и связей), синтез (накопление новых знаний о динамике развития объекта исследования в предметной области).

Для сложных объектов исследования ТКМ предусматривает привлечение консультантов: эксперт – квалифицированный специалист в предметной области (для ИОС методист и пр.), когнитолог – квалифицированный специалист в области инженерии знаний, системный аналитик – квалифицированный специалист в области системного анализа и моделирования, программист – квалифицированный специалист в области языков программирования, владеющий методами и подходами к реализации современных программных средств посредством использования высоко-технологичных интегрированных сред программирования.

Методика использования ТКМ и алгоритм формирования структуры КМ (не представлены в научной статье) разработаны для формализации последовательности использования ТКМ с целью формирования структуры параметрических КМ для задач системного анализа ИОС системы АДО с элементами адаптации на основе блока параметрических КМ.

Для системного анализа структурно сложных объектов исследования рекомендуется использовать представление параметрической КМ в виде ориентированного графа, вершины которого образуют ряд математических множеств (рис. 5, сверху), что является существенно удобным для последующего системного анализа.

Для системного анализа структурно простых объектов исследования рекомендуется использовать схематическое представление параметрической КМ (рис. 5, внизу).

Параметрическая КМ – репертуар параметров, эшелонированный на совокупность портретов и стратифицированный на ряд математических множеств (представление КМ на рис. 5, сверху). Для ИОС системы АДО параметрическая КМ отражает наиболее важные научные аспекты (подходы) и параметры информационного взаимодействия непосредственно существенно разнородных субъектов обучения и средств обучения, обеспечивающие согласованность генерации последовательности образовательных воздействий с личностными характеристиками (особенностями) всех субъектов обучения, а также позволяющим выявить причины затруднений в процессе формирования знаний.

Контур адаптации в ИОС системы АДО на основе блока параметрических КМ технологически реализуем при возможности генерации обучающих воздействий на основе КМ средства обучения согласованно с ЛХО содержащимися в КМ субъекта обучения.

Соответственно параметрическая КМ непосредственно дифференцируется на параметрическую КМ субъекта обучения (параметры, характеризующие ЛХО) и параметрическую КМ средства обучения (параметры, характеризующие потенциально возможные типы и виды генерируемых разнородных информационно-образовательных воздействий).

Параметрическая КМ субъекта обучения (рис. 6) концентрирует параметры физиологического, психологического и лингвистического портретов, характеризующие ЛХО.

Параметрическая КМ средства обучения (рис. 7) содержит параметры, характеризующие потенциально возможные типы, виды и особенности генерируемых разнородных информационно-образовательных воздействий.

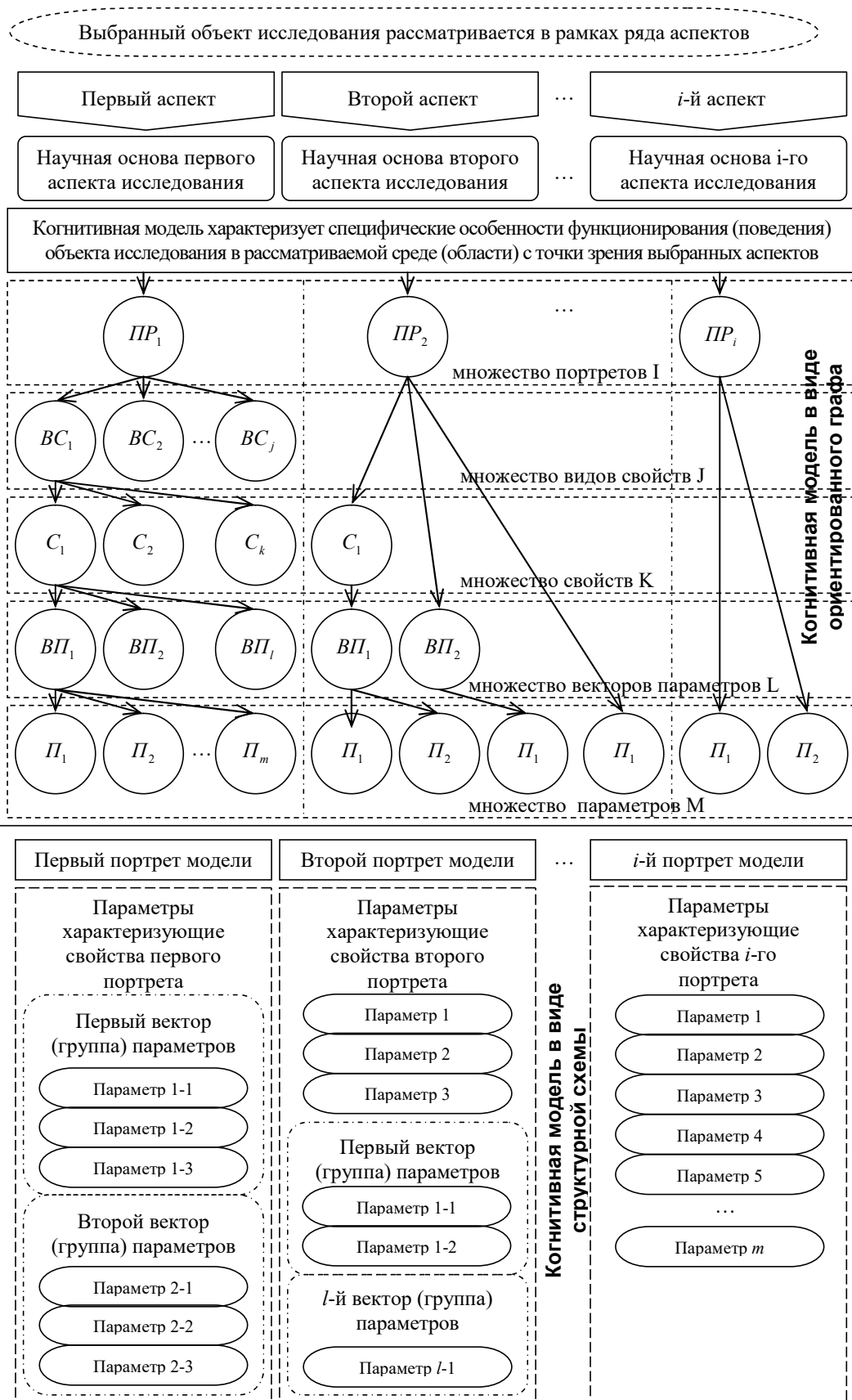


Рис. 5. Основа для формирования структуры параметрической когнитивной модели, представленная в виде ориентированного графа (вверху) и структурной схемы (внизу)



Рис. 6. Параметрическая когнитивная модель субъекта обучения

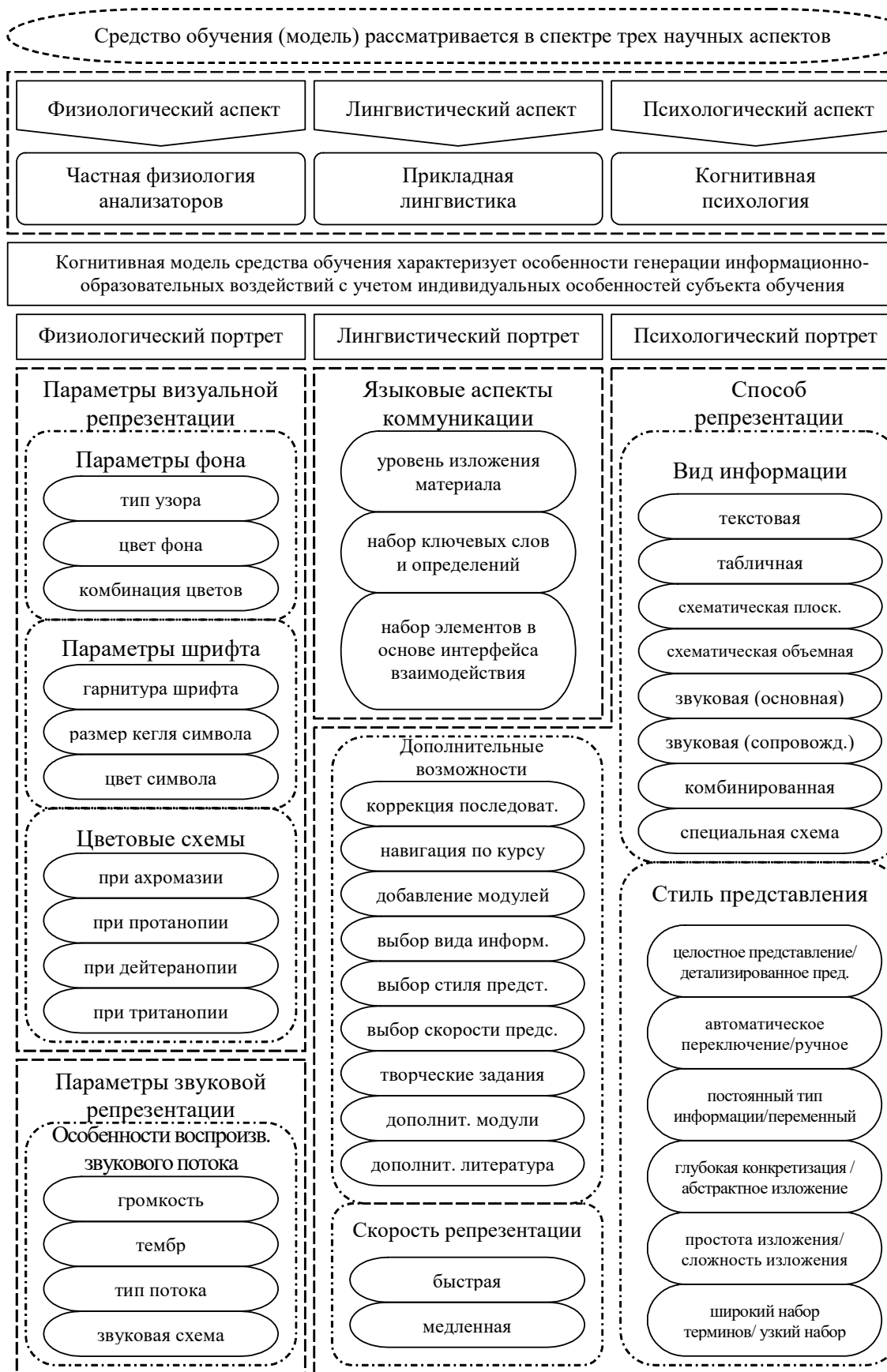


Рис. 7. Параметрическая когнитивная модель средства обучения

Для автоматизации задач исследования векторов параметров в составе портретов параметрической КМ субъекта обучения использовался программный инструментарий, разработанный непосредственно на базе архитектуры экспертной системы и содержащий в основе базы данных (знаний) совокупность прикладных методов исследования (тестов) на научной основе частной физиологии сенсорных систем, когнитивной психологии и лингвистики.

Оценка эффективности внедрения научных результатов исследования производилась с использованием общепринятых показателей эффективности (результативности) ИОС системы АДО:

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

Коэффициенты непосредственно соответственно обозначают абсолютный, сравнительный и относительный показатели эффективности, а результаты статистической обработки апостериорных данных серии разнородных автоматизированных экспериментов обобщены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты статистической обработки данных эксперимента

Наименование показателя	Номер экспериментальной группы испытуемых							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Эксперимент №1 (без использования ТКМ)								
Средний балл Y1	3,850	3,414	3,224	3,678	4,036	3,643	3,790	3,645
СКО ср. 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 Y2	4,041	3,674	3,357	3,786	4,157	3,853	3,821	3,743
СКО ср.балла	0,723	0,127	1,743	0,743	0,446	0,654	1,538	0,986
Итоги исследования								
K1	0,191	0,26	0,133	0,108	0,121	0,21	0,031	0,098
K2	1,049	1,076	1,041	1,029	1,029	1,057	1,008	1,026
K3	0,049	0,076	0,041	0,029	0,029	0,057	0,008	0,027
Изменение СКО	-0,144	-0,051	-0,215	-0,136	-0,131	-0,129	-0,141	-0,061

Предложенный подход позволяет реализовать дополнительный контур адаптации на основе инновационного блока параметрических когнитивных моделей, а также провести системный анализ эффективности функционирования ИОС системы АДО.

Список литературы

1. Аванесов В.С. Композиция тестовых заданий. – М.: «Адепт», 1998.
2. Башмаков А.И. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем. – М.: «Филин», 2003.
3. Ершов А.П. Концепция использования средств вычислительной техники в сфере образования (информатизация образования). – Новосибирск: Препринт «ВЦ СО РАН» «АН СССР», 1990.
4. Зенкин А.А. Когнитивная компьютерная графика. – М.: «Наука», 1991.
5. Каймин В.А. Технология разработки учебных программных средств. – М.: «ИНФО», 1987.
6. Кашицин В.П. Системы дистанционного обучения: модели и технологии // Проблемы информатизации. - 1996.
7. Кроль В.М. Психо-физиологические аспекты разработки визуального пользовательского интерфейса нового поколения// Пользовательский интерфейс: исследование, проектирование, реализация, 1993, №3.
8. Лобанов Ю.И. Подготовка информации для автоматизированных обучающих систем. – М.: «ВШ», 1986.
9. Семенов В.В. Компьютерные технологии в дистанционном обучении. – М.: «НИИВО», 1997.
10. Осипов Г.С. Приобретение знаний интеллектуальными системами. – М.: «Наука», 1997.

**РЕАЛИЗАЦИЯ АДАПТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ НА ОСНОВЕ КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ**

Для реализации адаптивного обучения в автоматизированной образовательной среде на основе блока параметрических когнитивных моделей предлагаются технология когнитивного моделирования, методика ее использования, алгоритм формирования структуры когнитивной модели и комплекс программ

**Информационно-образовательная среда, система автоматизированного
(дистанционного) обучения,
когнитивная модель, блок параметрических когнитивных моделей,
технология когнитивного моделирования, алгоритм формирования структуры
когнитивной модели**

В свете информатизации учреждений сферы науки (НИИ) и образования (ВУЗ) системный анализ и повышение эффективности функционирования систем автоматизированного (дистанционного) обучения (АДО) выступает сложной разнородной научной проблемой (комплексом научных задач), обуславливающей создание различных подходов, методов, технологий и алгоритмов [1-5].

Индивидуальная ориентация технологического процесса формирования знаний обучаемого в автоматизированной информационно-образовательной среде (ИОС) непосредственно достигается за счет практического использования технологий индивидуального, индивидуализированного и адаптивного обучения (на расстоянии), инициирующих существенный интерес к новым научным аспектам (подходам) исследования информационного взаимодействия субъектов обучения и средств обучения [6-10]: психо-физиология восприятия (В.Ф. Сазонов, Ч.А. Измайлов, В.М. Кроль, А.В. Бару, Г.В. Гершуни), когнитивная психология (И.П. Шкурагова, А.И. Ракигов, Р.К. Потапова, В.Н. Дружинин, М.А. Холодная) и когнитивная лингвистика (М.Л. Гик, Н.А. Кобрина, Т.П. Зинченко, В.В. Петров).

Обучение (на расстоянии) рассматривается как технологический процесс управляемого формирования знаний обучаемого, включающий ряд этапов обработки информации: визуальная репрезентация, восприятие, понимание, выработка умений, формирование навыков и агрегация полученной информации в знания, поэтому уровень остаточных знаний обучаемого зависит от разнородных особенностей сенсорного восприятия (физиологический аспект), обработки (психологический аспект) и понимания (лингвистический аспект) содержания информационных фрагментов психо-физиологическим конструктом головного мозга органической особи (человека).

Предлагаемый автором подход предполагает синтез технологии когнитивного моделирования (ТКМ) для системного анализа и повышения эффективности функционирования ИОС системы АДО [11-13], а также позволяет реализовать индивидуально-ориентированное формирование знаний обучаемого с использованием адаптивной генерации образовательных воздействий на основе инновационного блока параметрических когнитивных моделей.

Разработанная инновационная ТКМ включает методику ее использования для системного анализа информационно-образовательной среды, алгоритм формирования структуры когнитивных моделей на основе двух способов представления [12,13].

Реализация контура адаптации на основе блока параметрических когнитивных моделей обуславливает ряд модификаций в организации и технологии обучения (на расстоянии) (рис. 1), а также предполагает разработку новых алгоритмов функционирования компонентов системы АДО, учитывающих разнородные индивидуальные особенности личности обучаемого (ЛХО) [12].

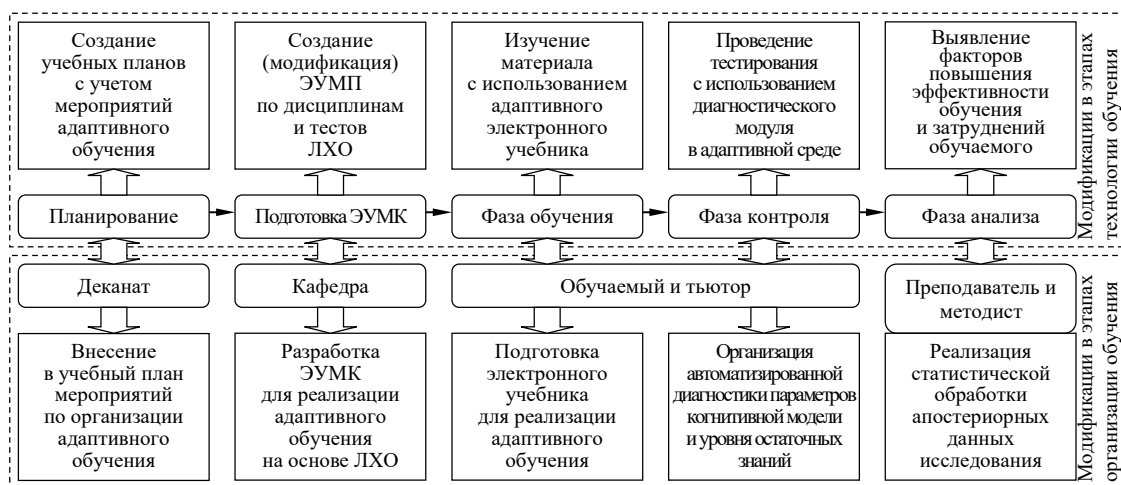


Рис. 1

Общая структура системы АДО с элементами адаптации на основе блока параметрических когнитивных моделей (рис. 2) представляет собой замкнутый контур (с обратными связями), включающий два уровня информационного взаимодействия и несколько каналов обмена информацией между субъектами и средствами обучения.

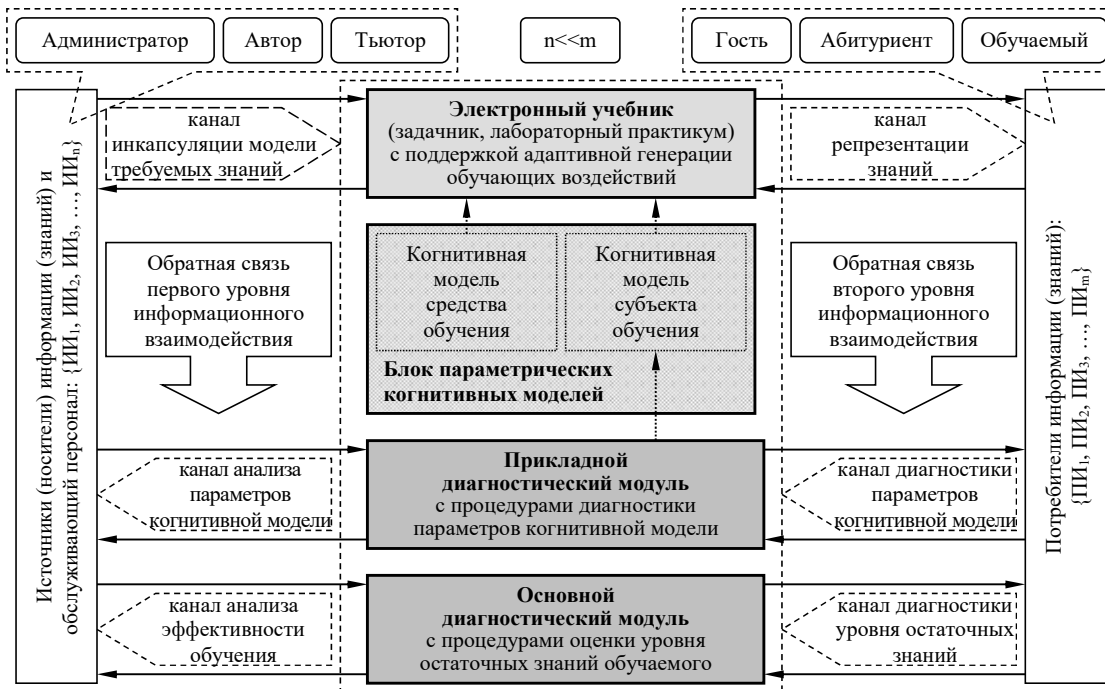


Рис. 2

Информационное взаимодействие между различными категориями субъектов обучения (источниками информации, носителями знаний и потребителями информации и образовательных услуг) в автоматизированной информационно-образовательной среде происходит посредством средств обучения (рис. 2), поэтому непосредственно обладает существенным организационным недостатком – ограниченностью коммуникативной дуплексности виртуального диалога, которую необходимо исследовать с точки зрения разнородных научных подходов физиологии сенсорных систем, когнитивной психологии и прикладной лингвистики, а затем технологически устранять с использованием современных достижений в области новых информационных и коммуникационных технологий.

Параметрическая когнитивная модель (КМ) выступает репертуаром параметров, эшелонированным на ряд разнородных портретов с определенным научным обоснованием, каждый из которых непосредственно стратифицирован на совокупность математических множеств видов свойств, элементарных свойств, векторов параметров и элементарных параметров, номинальные значения которых служат основой для проведения системного анализа эффективности управляемого технологического процесса формирования знаний обучаемого и реализации индивидуально-ориентированной генерации разнородных образовательных воздействий средствами обучения в автоматизированной ИОС.

Параметрическая КМ субъекта обучения характеризует ряд индивидуальных особенностей: аномалии сенсорного восприятия структурированной разнородной информации зрительным и слуховым анализаторами (физиологический портрет), конвергентные и дивергентные интеллектуальные способности, обучаемость и познавательные стили (психологический портрет) и уровень владения языком изложения материала и элементами интерфейса средства обучения и уровень понимания ключевых терминов и определений (лингвистический портрет).

Параметрическая КМ средства обучения характеризует ряд технических возможностей: особенности визуальной и звуковой репрезентации информационных воздействий – параметры фона, шрифта и цветовые схемы отображения структурированной информации, громкость, тембр, тип аудио потока и звуковая схема (физиологический портрет), способ репрезентации образовательных воздействий – вид отображаемой информации, стиль и скорость представления информационных фрагментов (психологический портрет) и уровень изложения материала, набор используемых ключевых слов и определений и набор элементов интерфейса адаптивного средства обучения (лингвистический портрет).

Принцип функционирования адаптивного средства обучения (электронного учебника) с поддержкой индивидуально-ориентированной генерации обучающих воздействий на основе инновационного блока параметрических когнитивных моделей предусматривает семантическую модель для хранения определенным образом структурированной информации по изучаемым дисциплинам (предметам изучения) и процессор адаптивной репрезентации последовательности информационных фрагментов (рис. 3).

Семантическая модель сохранения, извлечения и поиска информации обеспечивает хранение и извлечение набора информационных фрагментов (порций информации), отражающих содержание главы, раздела, подраздела, модуля и страницы изучаемой дисциплины, а также непосредственно содержащих блоки контрольных вопросов для реализации промежуточного и итогового тестирования с использованием диагностического модуля.

Современные системы АДО реализуются по блочно-модульному принципу в основе технологически наращиваемого комплекса программ (образовательного портала), позволяющего обеспечить быструю модернизацию их структуры (на уровне компонентов) и расширение набора предоставляемых образовательных услуг для конечных потребителей.

Разработанный комплекс программ (рис. 4) обеспечивает автоматизацию основных задач обучения (наполнение и представление обучаемому определенным образом структурированной информации, характеризующей модель требуемых знаний и последующую диагностику уровня остаточных знаний), позволяет исследовать номинальные значения параметров КМ и включает: адаптивный электронный учебник – обеспечивает индивидуально-ориентированную генерацию разнородных образовательных воздействий на основе блока параметрических КМ, основной диагностический модуль – реализует автоматизированную оценку уровня остаточных знаний обучаемого по изучаемым дисциплинам (предметам изучения) с использованием грубой и точной бальной шкалы на основе весовых коэффициентов, прикладной диагностический модуль – обеспечивает автоматизированное исследование параметров КМ субъекта обучения характеризующих индивидуальные особенности обучаемого.

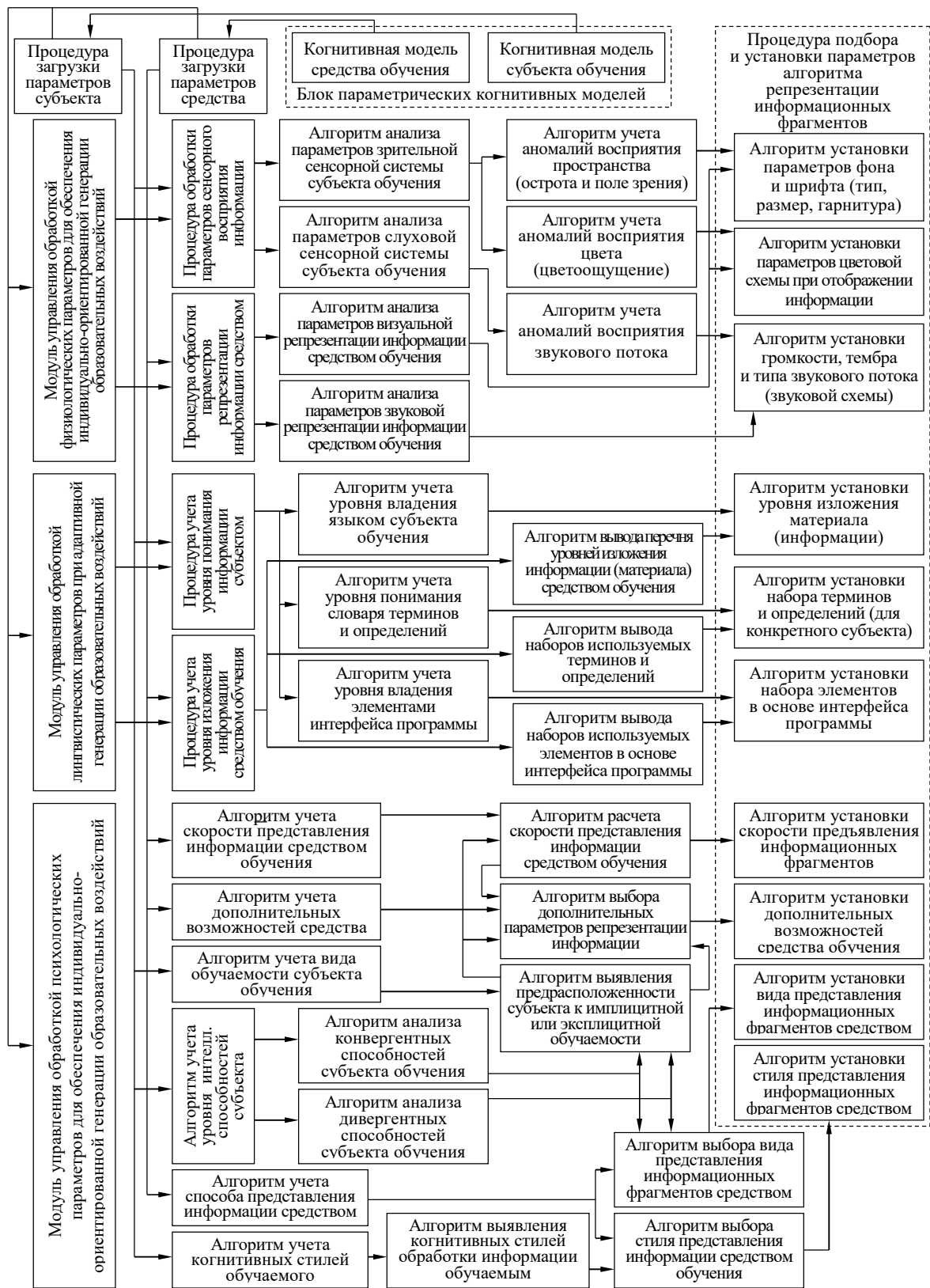


Рис. 3

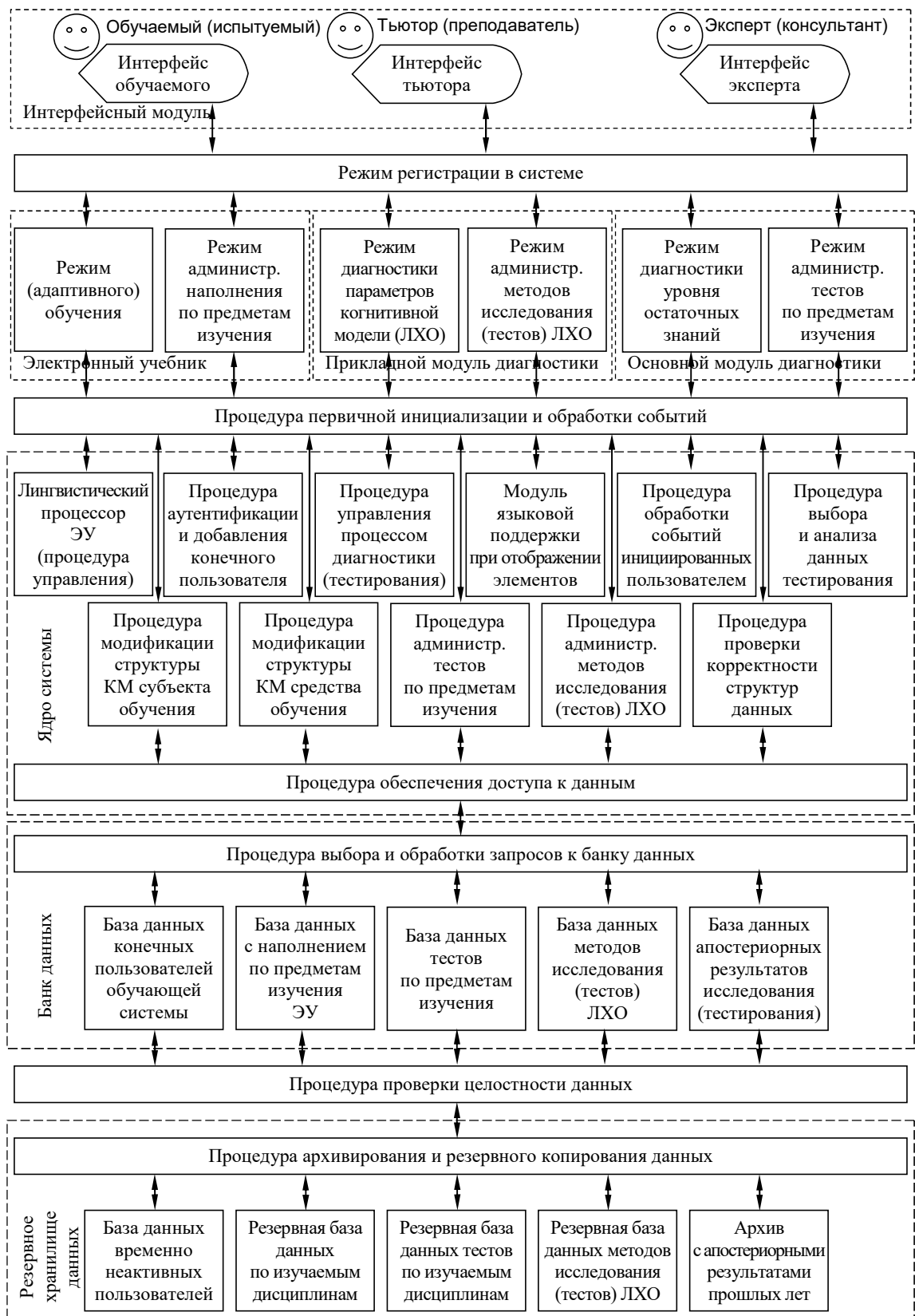


Рис. 4

Научно-методические исследования и экспериментальная проверка эффективности функционирования ИОС системы АДО на основе КМ с использованием ТКМ позволяет [13]:

- выявить аномалии сенсорного восприятия (физиологический портрет), понимания (лингвистический портрет) и последующей обработки (психологический портрет) различных видов структурированной информации выраженной в данных, представляемых контингенту обучаемых посредством использования электронных (компьютерных) (адаптивных) образовательных средств;
- разработать и интегрировать в учебный процесс адаптивные средства обучения и электронные учебно-методические комплексы нового поколения, обеспечивающие индивидуально-ориентированную генерацию образовательных воздействий;
- степень влияния параметров КМ на эффективность обучения (на расстоянии) зависит от контингента обучаемых и носит индивидуальный характер, что инициирует проведение серии дополнительных экспериментальных исследований;
- системный анализ эффективности обучения (на расстоянии) на основе КМ с использованием ТКМ определяется потенциальными возможностями средств ИОС, содержанием информационных фрагментов электронного учебника и целями обучения, варьируемыми в соответствии с программой изучения дисциплины (предмета изучения).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ершов А.П. Концепция использования средств вычислительной техники в сфере образования (информатизация образования). – Новосибирск: Препринт «ВЦ СО РАН», «АН СССР», 1990.
2. Каймин В.А. Технология разработки учебных программных средств. – М.: «ИНФО», 1987.
3. Семенов В.В. Компьютерные технологии в дистанционном обучении. – М.: «НИИВО», 1997.
4. Башмаков А.И. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем. – М.: «Филин», 2003.
5. Осипов Г.С. Приобретение знаний интеллектуальными системами. – М.: «Наука», 1997.
6. Гик М.Л. Когнитивные основы переноса знаний. – М.: «ИНИОН», 1990.
7. Измайлов Ч.А. Психо-физиология цветового зрения. – М.: Изд-во «МГУ», 1989.
8. Кроль В.М. Психо-физиологические аспекты разработки визуального пользовательского интерфейса нового поколения // Пользовательский интерфейс: исследование, проектирование, реализация, 1993, №3.
9. Холодная М.А. Психология интеллекта: парадоксы исследования. – М.: Изд-во «Барс», 1997.
10. Петров В.В. Прикладная лингвистика и компьютер. – М.: «ИНИОН», 1992.
11. Ветров А.Н., Котова Е.Е. Факторы успеха в образовательной деятельности современного ВУЗа: Когнитивная модель для адаптивных систем дистанционного обучения / Под ред. члена-корр. «Международной академии наук ВШ» И.Н. Захарова. – СПб.: Изд-во «МБИ», 2004.
12. Ветров А.Н., Котова Е.Е., Кузьмин Н.Н. Информационная среда автоматизированного обучения на основе когнитивных моделей // Вестник «Московского отделения» «Международной академии наук ВШ». 2006. Вып.3. С.100-112.
13. Ветров А.Н., Котова Е.Е., Кузьмин Н.Н. Адаптивная информационно-образовательная среда автоматизированного (дистанционного) обучения на основе параметрических когнитивных моделей // Известия «СПбГЭТУ "ЛЭТИ"». Сер. «Информатика, управление и компьютерные технологии». 2006. Вып.1. С. 101-110.

**REALIZATION OF ADAPTIVE TRAINING IN AUTOMATED
EDUCATIONAL ENVIRONMENT BASED ON COGNITIVE MODELS**

The cognitive modeling technology, technique of its usage, algorithm of formation of structure of cognitive model and complex of programs are suggested for realization of adaptive training in automated educational environment based on the parametrical cognitive models block

**Information-educational environment, automated (remote) training system,
cognitive model, parametrical cognitive models block,
cognitive modeling technology, algorithm of formation of structure of cognitive model**

© Ветров Анатолий Николаевич, 2005 г., 2006 г., 2007 г.
Средства автоматизации системного анализа
информационно-образовательной среды
на основе технологии когнитивного моделирования
Сборник научных статей

Редактор

Переводчик

Подписано в печать 31.12.07 г. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная. 0,56 печ. л.
Гарнитура “Times New Roman”. Тираж ____ экз. Заказ 000.

© Ветров А.Н., 2005 г., 2006 г., 2007 г.
РФ, г. Санкт-Петербург, www.vetrovan.spb.ru