

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.

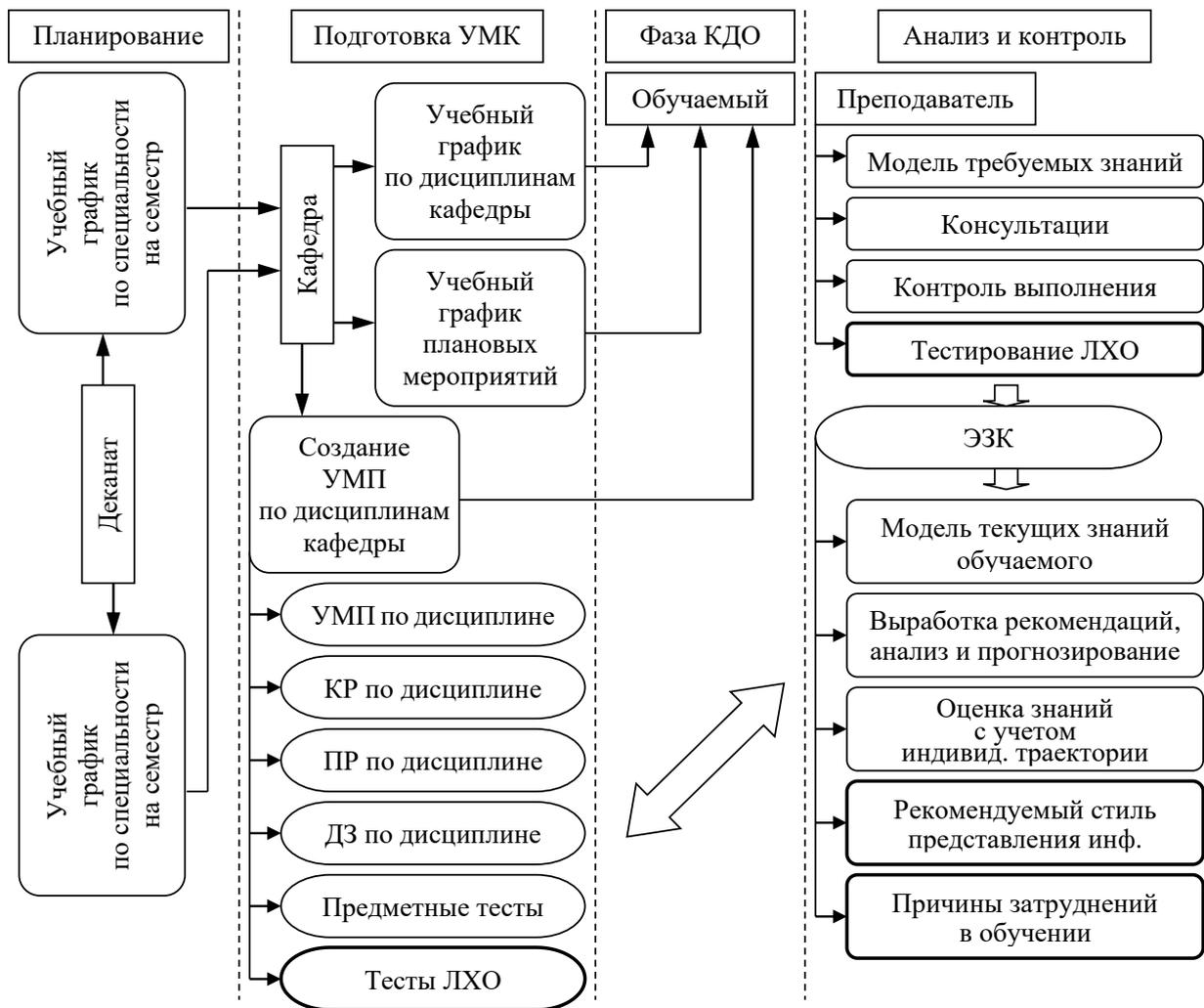


Рис. 2. Технологические особенности при организации автоматизированного (дистанционного) обучения на основе параметрических когнитивных моделей

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.

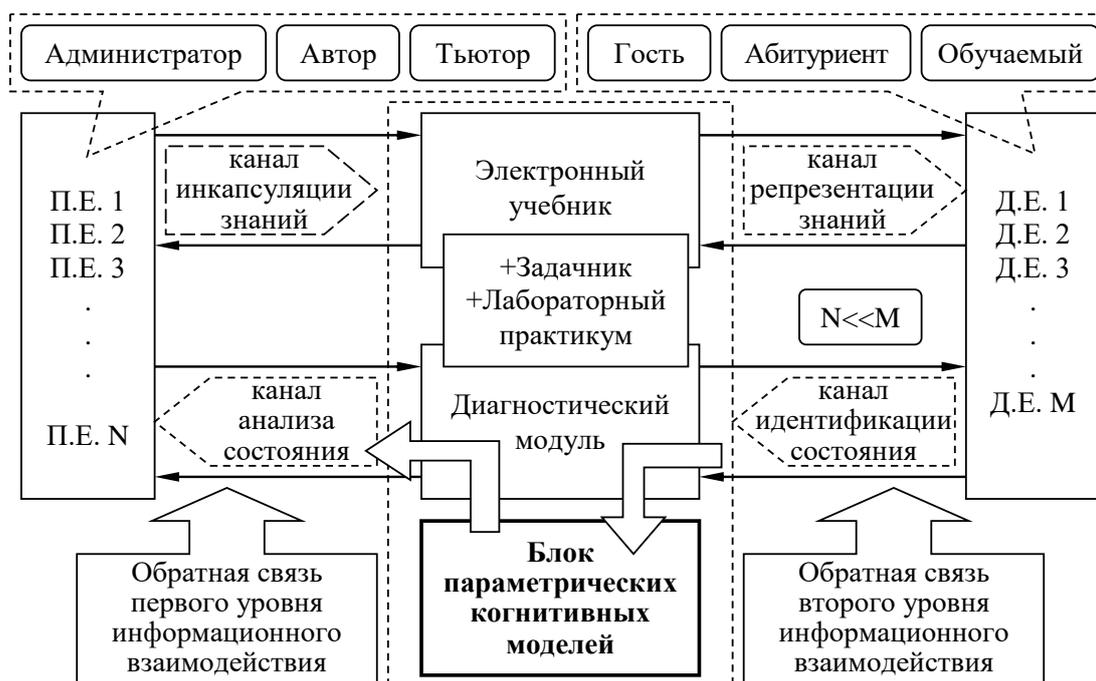


Рис. 3. Структура системы автоматизированного (дистанционного) обучения с элементами адаптации на основе блока параметрических когнитивных моделей

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 другие. 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 информационная страница) различными способами реализует непосредственно инновационный процессор адаптивной репрезентации информационных фрагментов электронного учебника на основе структурной (семантической) мета-модели предмета изучения и инновационного высоко-технологического блока параметрических КМ.

Структурная (семантическая) мета-модель 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 квази-динамического 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).



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.

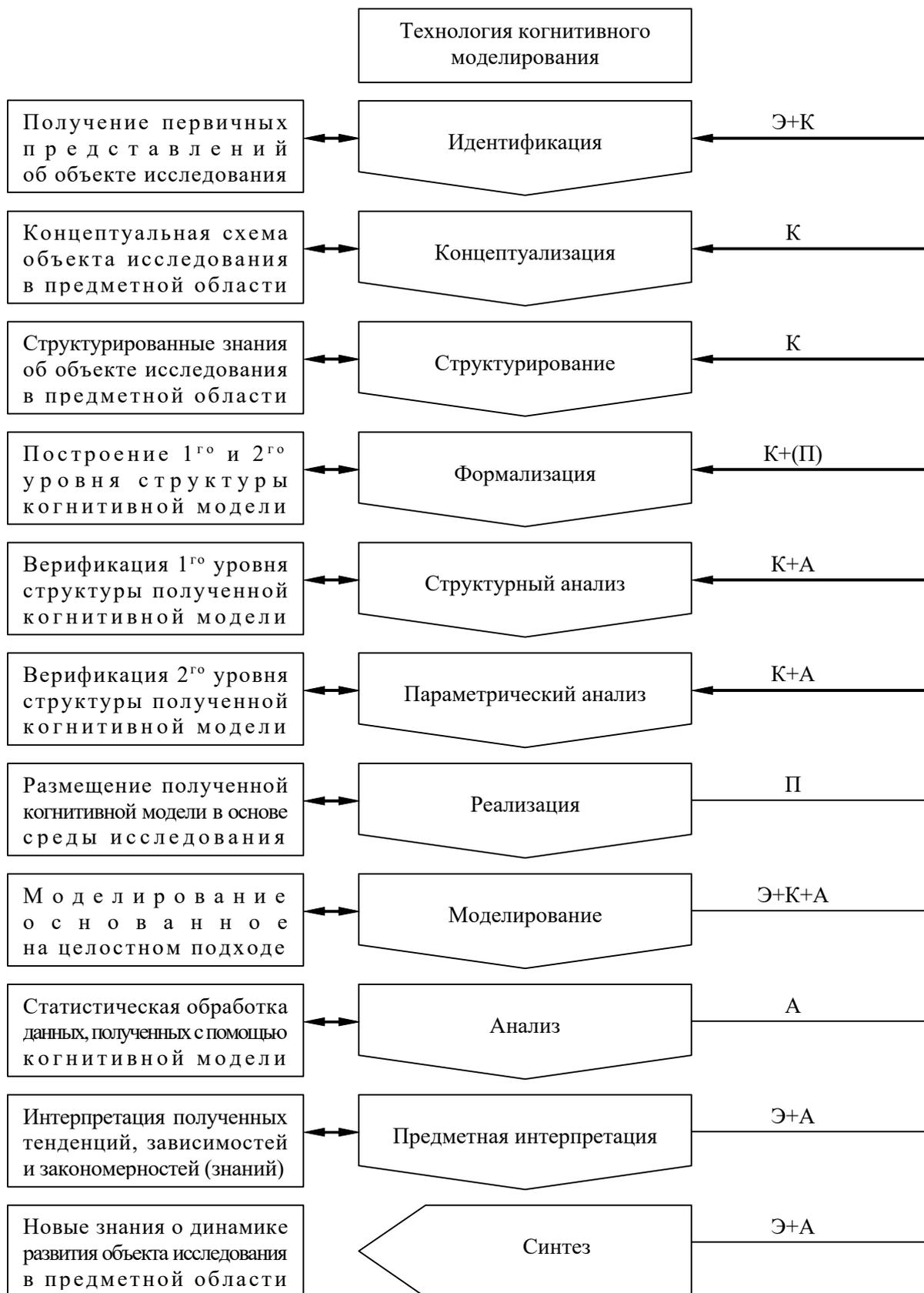


Рис. 5. Итеративный цикл технологии когнитивного моделирования

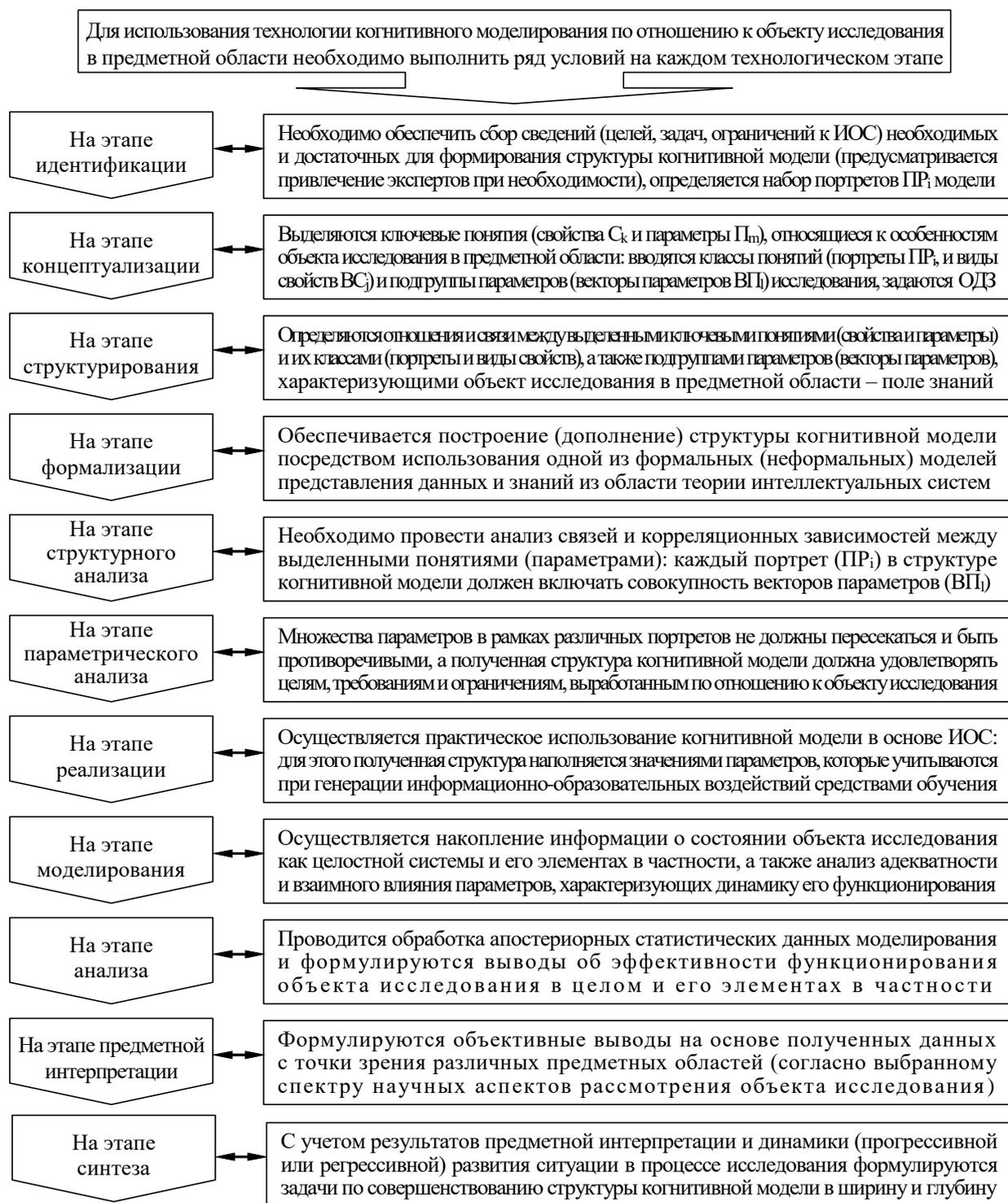


Рис. 6. The technique of use of the cognitive modeling technology

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.

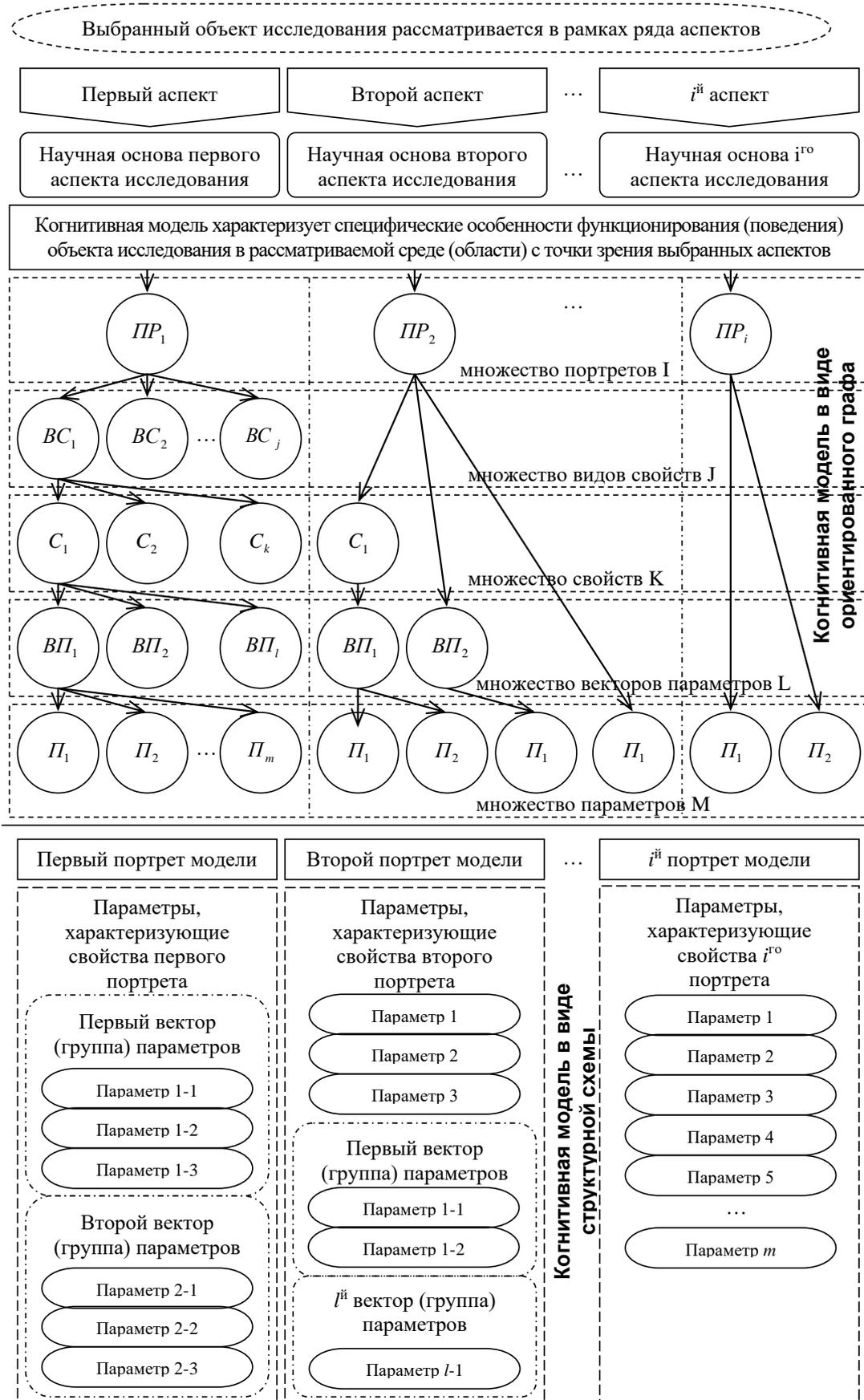


Рис. 7. Основа для формирования структуры когнитивной модели, представленная в виде графа (вверху) и структурной схемы (внизу)

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

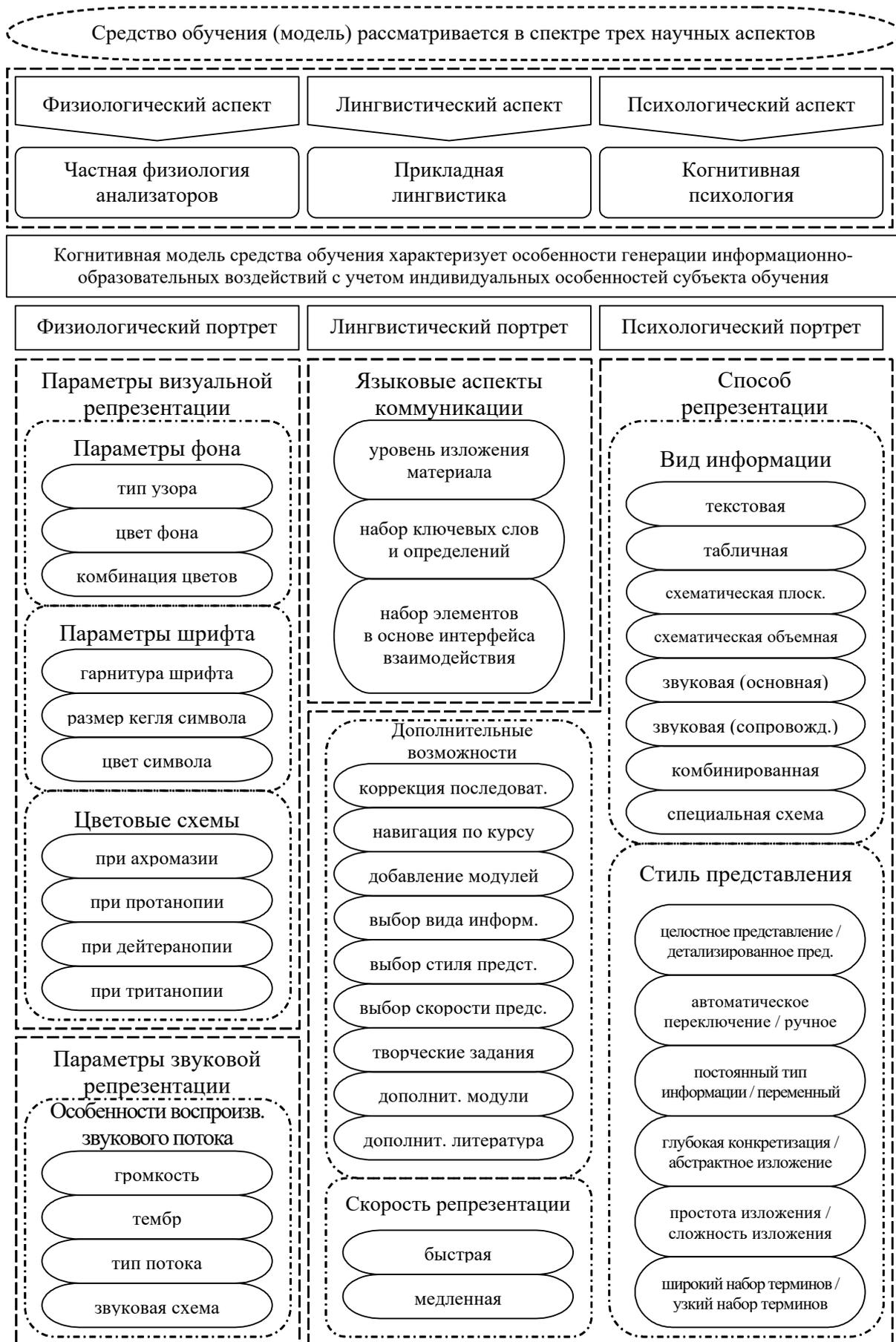


Рис. 9. Когнитивная модель средства обучения

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 методов 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)								
Средний балл $Y_1$	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 $Y_2$	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
Результаты исследования								
$K_1$	0,191	0,26	0,133	0,108	0,121	0,21	0,031	0,098
$K_2$	1,049	1,076	1,041	1,029	1,029	1,057	1,008	1,026
$K_3$	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 анализ эффективности функционирования ИОС системы АДО.