

*Для цитирования:* Ветров А.Н. Блок параметрических когнитивных моделей для системного анализа эффективности обмена информацией в адаптивной среде автоматизированного обучения. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2017;00(0):104111.DOI:10.21822/2073-6185-2017-00-0-000-000

*For citation:* Vetrov A.N. The parametrical cognitive models block for the system analysis of the information exchange efficiency in the adaptive automated training environment. Herald of Dagestan State Technical University. Technical Sciences. 2017; 00(0):104-111. (In Russ.) DOI:10.21822/2073-6185-2017-00-0-000-000

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 004.81+308.8+519.688

DOI: 10.21822/2073-6185-2017-00-0-000-000

### БЛОК ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ В АДАПТИВНОЙ СРЕДЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ

*Ветров А.Н., автор единой технологии когнитивного моделирования,  
«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ"»,  
РФ, 197376, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 5,  
«Международный банковский институт»,  
РФ, 191023, г. Санкт-Петербург, Невский пр., д. 60,  
e-mail: vetrovan@nwgsm.ru*

**Резюме:** *Цель.* Повышение эффективности функционирования информационно-образовательной среды системы автоматизированного обучения за счет реализации индивидуально ориентированного формирования знаний обучаемого с использованием адаптивной генерации разнородных образовательных воздействий на основе инновационного блока параметрических когнитивных моделей и комплекса программ для обеспечения автоматизации задач исследования.

**Метод.** Системный анализ и моделирование информационно-образовательной среды.

**Результат.** Инновационный блок параметрических когнитивных моделей является информационной основой системного анализа, содержит когнитивные модели субъекта обучения и средства обучения, каждая из которых выступает сложным репертуаром параметров (показателей), эшелонированным на ряд портретов и стратифицированным на несколько независимых множеств расположенных на двух различных уровнях выделенной иерархии (структуры).

**Вывод.** Системный анализ информационно-образовательных сред инициирует необходимость учета широкого спектра разных научных фундаментальных и прикладных направлений современной науки, а также обуславливает необходимость использования инновационного аппарата исследования.

**Ключевые слова:** информационно-образовательная среда, когнитивная модель, система автоматизированного обучения, технология когнитивного моделирования.

**TECHNICAL SCIENCES**  
**COMPUTER SCIENCE, COMPUTER ENGINEERING AND CONTROL**  
**THE PARAMETRICAL COGNITIVE MODELS BLOCK**  
**FOR THE SYSTEM ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF INFORMATION EXCHANGE**  
**IN THE ADAPTIVE AUTOMATED TRAINING ENVIRONMENT**

*Anatoly N. Vetrov, author of the unique cognitive modeling technology,  
“The Saint-Petersburg state electrotechnical university "LETI””,  
RF, 197376, Saint-Petersburg city, str. Professor Popov, h. 5,  
“The international banking institute”,  
RF, 191023, Saint-Petersburg city, Nevsky pr., h. 60,  
e-mail: vetrovan@nwgsm.ru*

**Abstract: Objective.** *The increase of functioning efficiency of the information-education environment of the automated training system due to the realization of the individually oriented formation of knowledge of the trainee with the use of adaptive generation of diverse educational influences based on the innovative parametrical cognitive models block and the complex of programs for the support of automation of research tasks.*

**Method.** *The system analysis and modeling of information-education environment.*

**Result.** *The innovative parametrical cognitive models block is the information basis of the system analysis, includes the cognitive models of the subject of training and the means of training, that acts as a difficult repertoire of parameters (indicators), echeloned to the set of portraits and stratificated to several independent sets located on two different levels of specified hierarchy (structure).*

**Conclusion.** *The system analysis of the information-education environments initiates the need of accounting of a wide range of the different scientific fundamental and applied directions of modern science, and also causes the need of use of the innovative device of research.*

**Key words:** *information-educational environment, cognitive model, automated training system, cognitive modeling technology.*

## **Введение и постановка проблемы системного анализа информационно-образовательных сред**

Процессы информатизации разных предметных областей (проблемных сфер) и глобализация информационной среды потребления информации оказывают существенное влияние на создание, внедрение и использование информационных ресурсов, продуктов и услуг, а современный уровень развития информационных и коммуникационных технологий позволяют осуществить программную реализацию адаптивных систем и средств обучения нового поколения [1-15].

Научная статья предназначена для ученых и сотрудников НИИ, преподавателей и студентов ВУЗов, а также квалифицированных специалистов (экспертов) по научным специальностям: 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации», 05.13.05 – «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления», 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами», 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей».

Традиционные модели и технологии в основе автоматизированных информационных сред разнородных образовательных учреждений (учебных центров) теряют свою актуальность (линейная, линейная разветвленная и линейная разветвленная многоуровневая) [1-14] и непосредственно инициируют появление инновационных (на основе информационных технологий): адаптивная – обуславливает создание, внедрение и использование контуров адаптации и параметрических (когнитивных) моделей для обеспечения учета различных факторов (параметров) и индивидуально-ориентированная – реализует потенциальную возможность учета и исследования физиологических, психологических, лингвистических и прочих особенностей личности обучаемых [2-4].

Возникает существенная необходимость системного анализа и повышения эффективности информационного взаимодействия между разнородными субъектами и разными средствами сложного технологического процесса автоматизированного формирования знаний (на расстоянии) [12-15] посредством создания адаптивных средств и сред обучения с использованием аппарата когнитивной информатики (теории информации) (Ветров А.Н., Солсо Р. и др.), частной физиологии сенсорных систем (анализаторов) (Кроль В.М., Измайлов Ч.А. и др.), когнитивной психологии (Дружинин В.Н., Холодная М.А. и др.) и лингвистики (Гик М.Л. и др.).

Целью научного исследования является повышение эффективности функционирования информационно-образовательной среды системы автоматизированного (дистанционного) обучения за счет реализации индивидуально ориентированного формирования знаний обучаемого с использованием адаптивной генерации разнородных образовательных воздействий на основе инновационного блока параметрических когнитивных моделей [3, 4, 6, 8, 11] и комплекса программ для обеспечения автоматизации задач исследования [3, 6, 8, 9, 11].

## Структура информационной среды системы автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей

Созданная автором структура системы автоматизированного обучения (САО) со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей (КМ) [3, 4, 6] представляет собой замкнутый контур управления с двумя уровнями информационного взаимодействия (канал инкапсуляции модели требуемых знаний, канал анализа параметров когнитивной модели, канал анализа эффективности обучения; канал репрезентации разнородной информации, канал диагностики параметров индивидуальных особенностей субъектов обучения, канал диагностик уровня остаточных знаний контингента обучаемых) между разнородными субъектами и средствами управляемого автоматизированного процесса индивидуально-ориентированного формирования знаний контингента обучаемых, включает несколько основных компонентов выполняющих разные функции и задачи: *адаптивный электронный учебник (ЭУ)* [3, 6, 9], *основной диагностический модуль (ДМ)* [3, 4, 6, 8] и *прикладной ДМ* [3, 6], а также непосредственно *блок параметрических КМ* [2-4, 6, 7, 10].

В общем виде структура предложенной автором *адаптивной САО со свойствами адаптации на основе блока параметрических КМ* выступает существенно сложным объектом исследования, формализуется посредством использования аппарата классической теории автоматического управления и представлена следующим образом в виде *структурно-функциональной схемы* (рис. 1).

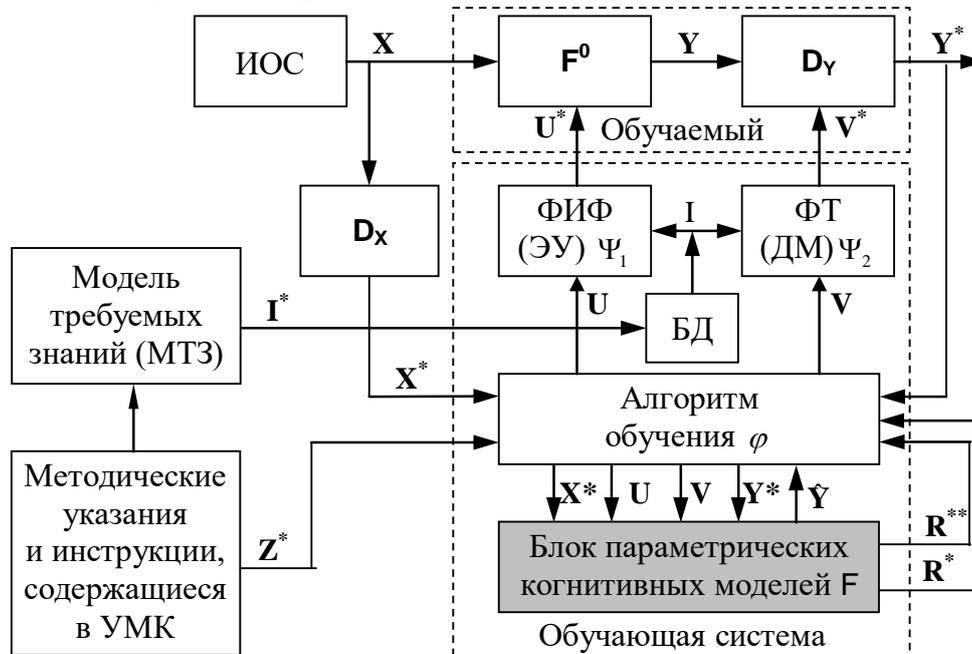


Рис. 1. Структурно-функциональная схема

системы автоматизированного обучения на основе когнитивных моделей

Представленная на схеме САО со свойствами адаптации на основе блока параметрических КМ функционирует одновременно как неотъемлемая часть и как независимый компонент инновационной *адаптивной информационно-образовательной среды (ИОС)* нового поколения, структурно декомпозируется на несколько основных элементов: обучающую систему и обучаемого [3, 6].

Обучающая система реализует генерацию последовательности образовательных воздействий, а уровень воздействий ИОС полагается пренебрежимо малым для целей определенности.

Средство обучения (ЭУ) генерирует последовательность информационных фрагментов, а обучаемый (субъект обучения) непосредственно изучает их содержание, что обеспечивает *управляемый технологический процесс формирования знаний*.

Обучаемый характеризуется определенным набором различных индивидуальных особенностей его личности (ИОЛСО): физиологические, психологические, лингвистические и прочие параметры.

В предложенной структурной схеме используется ряд обозначений по отношению к структурным компонентам *САО со свойствами адаптации на основе блока параметрических КМ*:

- полиномиальная модель ( $F_0$ ) – включает параметры и значения весовых коэффициентов, которые характеризуют индивидуальные особенности определенного обучаемого;
- датчик  $D_x$  – обеспечивает измерение уровня воздействий ИОС, которые пренебрежимо малы по отношению к образовательным воздействиям заданного средства обучения (ЭУ);
- датчик  $D_y$  – измеряет оценку результативности формирования знаний обучаемого;
- методические указания – содержат инструкции по использованию УМК со структурированной совокупностью упорядоченных основных и дополнительных информационных фрагментов, которые отражают содержание раздела, модуля, параграфа и элементарной страницы, а также предполагают наличие основного и дополнительного блоков контрольных вопросов;
- база данных (БД) – содержит структурированные данные по заданной предметной области для последующей обработки и визуального отображения конечному пользователю;
- модель требуемых знаний (МТЗ) – отражает разные требования, задачи, цели обучения, ограничения в ИОС и структурированный материал по набору предметов изучения;
- алгоритм обучения ( $\phi$ ) – формирует последовательность возвращаемых значений содержащих ссылки на обучающие воздействия в БД и параметры их отображения ( $U$ ) посредством *процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов* в ЭУ, а также последовательность возвращаемых значений ссылок на основной и дополнительный блоки контрольных вопросов ( $V$ ) связанные с определенными элементами курса в ДМ;
- формирователь последовательности информационных фрагментов (ФИФ)  $\Psi_1$  – реализует *индивидуально-ориентированную визуальную репрезентацию последовательности образовательных воздействий (информационных фрагментов)* с учетом определенных ссылок на различные информационные фрагменты и параметры *блока параметрических КМ*;
- формирователь тестовых заданий (ФТ)  $\Psi_2$  – обеспечивает отображение последовательности предустановленных вопрос-ответных структур тестовых заданий с учетом ссылок на разные информационные фрагменты, которые отражают содержание предмета изучения;
- *блок параметрических КМ* ( $F$ ) – содержит совокупность значений репертуаров параметров *КМ субъекта обучения* ( $R^* = \overline{P^1}$ ) и *КМ средства обучения* ( $R^{**} = \overline{P^2}$ ), которые характеризуют соответственно ИОЛСО и потенциальные технические возможности средства обучения при адаптивной генерации последовательности информационных фрагментов (оптимальное сочетание значений параметров отображения информации реализуется посредством *процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов* [3, 6, 8, 9]).

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 системы автоматизированного (дистанционного) обучения, который нужно качественно исследовать и технологически устранять.

## Особенности блока параметрических когнитивных моделей

Блок *параметрических КМ* содержит в своей структуре КМ двух типов и выступает информационной основой для реализации *автоматизированного системного анализа информационной среды образовательного учреждения (учебного центра)*, обеспечивает непосредственную поддержку и оценку эффективности функционирования *технологического процесса индивидуально-ориентированного формирования знаний контингента обучаемых в САО со свойствами адаптации на основе параметрических КМ*.

Для каждого произвольно выбранного объекта, процесса или явления в определенной среде его функционирования подбирается набор разработанных методик и алгоритмов, которые включаются в основу созданной *технологии когнитивного моделирования (ТКМ)*, а затем формируются *параметрические КМ*, включающие фиксированный набор портретов имеющих специфическое научное обоснование в рамках заданных предметных областей.

При разработке комплекса методик и алгоритмов для реализации системного анализа определенной предметной области и объекта исследования ключевую роль имеет *итеративный цикл* и модифицированная обобщенная *методика использования ТКМ* для заданной предметной области.

Модель представляет собой структурно и функционально обедненную сущность (структуру), которая отражает динамику функционирования объекта исследования в заданной локальности.

*Параметрическая КМ* отражает ключевые особенности объекта, процесса или явления при его наблюдаемом и регистрируемом (вычислимом средствами наблюдения) изоморфизме в определенной среде функционирования для последующего (сложного) системного анализа, выступает расширяемым в ширину и глубину репертуаром параметров (показателей), который эшелонирован на несколько портретов с определенным научным обоснованием и стратифицирован на ряд множеств расположенных на двух уровнях выделенной иерархии.

В ходе реализации системного анализа рекомендуется подходить дифференциально к исследованию заданного объекта, процесса или явления выделенного в среде его функционирования, поэтому каждому из них непосредственно вводится в соответствие *параметрическая КМ*.

Портрету *КМ* соответствует ключевой аспект системного анализа и его научное обоснование.

Разработка структуры *параметрической КМ* реализуется посредством использования *алгоритма формирования структуры КМ* в составе созданного автором *аппарата ТКМ* [2, 4, 6, 7, 10] на базе одного из классических (формальная логическая модель, фреймовая модель, семантическая сеть, теория множеств, кортежи на доменах или онтология) или одного из предложенных автором новых способов представления *КМ* (ориентированный граф сочетающий теорию множеств или многоуровневая структурная схема).

Создание новой и (ре)конструирование существующей структуры *параметрической КМ* осуществляется на основе одной из классических (традиционных) или *инновационных моделей (способов) представления структурированных (мета)данных* посредством последовательного заполнения двух имеющихся уровней представленной иерархии информационными элементами полученными при системном анализе заданного объекта, процесса или явления.

## Способы представления структуры когнитивной модели

*Структура параметрической КМ* представляется посредством использования ряда способов:

- формальные способы представления – аналитические (формула) и процедурные (алгоритм):
  - логическая модель – основана на использовании элементов исчисления высказываниями и предикатами первого и второго порядка (включая кванторы и сложные операции);
    - простое логическое выражение – логически неделимо и не может быть упрощено посредством использования законов булевой алгебры логики выступающих правилами эквивалентного преобразования сложных логических выражений к простым;
    - сложное логическое выражение – структурно декомпозируется к совокупности простых;
  - продукционная модель – иерархическая структура с множеством продукционных ядер, каждое из которых эквивалентно элементарному правилу, включающему антецедент (условие на основе логики) и консеквент (прямое и альтернативное действия, которые выполняются соответственно в случае истинности или ложности исходного условия);
    - простое продукционное ядро (правило): Если (условие), то (действие);
    - расширенное продукционное ядро (правило) имеет более сложную структуру: Если (условие), то (прямое действие), иначе (альтернативное действие);
  - *граф сочетающий теорию множеств* (предложен автором) [4, 6] – совокупность вершин, которые расположены на двух различных уровнях выделенной иерархии, соединены дугами и образуют несколько независимых множеств (рис. 2, 3, 4);
- неформальные способы представления – графические и декларативные:
  - *фреймовая модель* – совокупность протофреймов и фреймов-экземпляров в виде таблиц (кортежей) содержащих определенные идентификаторы и значения информационных полей;
  - *семантическая сеть* – включает множество вершин соответствующих различным (сложным) объектам, процессам или явлениям и связей между ними на основе принципов принадлежности, подчинения и включения одного информационного элемента (математического множества) по отношению к другому;
  - *онтология* – представление слабо структурируемых и слабо формализуемых предметных областей (проблемных сфер) посредством использования структурной схемы сочетающей элементы фреймовой модели и семантической сети с использованием методов объектно-ориентированного подхода (программирования);
  - *многоуровневая структурная схема* (предложена автором) – исключает графические связи между разнородными информационными элементами и представляет собой совокупность информационных элементов, которые расположены на разных уровнях выделенной иерархии по принципу взаимного включения (соподчинения) математических множеств.

(Ре)конструирование новой или полученной *структуры КМ* осуществляется посредством использования *алгоритма формирования структуры КМ* в основе созданной автором *ТКМ* [2, 4, 6].

Программная реализация блока параметрических КМ проводилась непосредственно в структуре информационных полей реляционной базы данных формата “Paradox” в интегрированной среде программирования “Borland C++ Builder” на языке высокого уровня “C++”.

Применяя аппарат исчисления с использованием кортежей на доменах разрабатываемую структуру параметрической КМ можно представить в следующем формально-аналитическом виде:

- система обозначений позволяет создать иерархическую многоуровневую пирамидальную структуру (КМ<sub>u</sub> – КМ; ПР<sub>u, i</sub> – портрет КМ; НО<sub>u, i</sub> – научное обоснование портрета; ВС<sub>u, i, j</sub> – вид свойств; С<sub>u, i, j, k</sub> – свойство; ВП<sub>u, i, j, k, l</sub> – вектор параметров; П<sub>u, i, j, k, l, m</sub> – параметр; u – индекс параметрической КМ; i – индекс портрета КМ; j – индекс вида свойств; k – индекс свойства; l – индекс вектора параметров; m – индекс параметра);
- каждому объекту, процессу или явлению вводится в соответствие КМ (КМ<sub>u</sub>), которая включает счетное конечномерное множество портретов (ПР<sub>u, i</sub>), имеющих четкое научное обоснование (НО<sub>u, i</sub>) для обеспечения интерпретации в рамках определенной предметной области (проблемной сферы) и отрасли наук:

$$\begin{cases} KM_1 = \{ \langle PP_{1.1}, NO_{1.1} \rangle, \langle PP_{1.2}, NO_{1.2} \rangle, \dots, \langle PP_{1.i}, NO_{1.i} \rangle \}; \\ KM_2 = \{ \langle PP_{2.1}, NO_{2.1} \rangle, \langle PP_{2.2}, NO_{2.2} \rangle, \dots, \langle PP_{2.i}, NO_{2.i} \rangle \}; \\ KM_u = \{ \langle PP_{u.1}, NO_{u.1} \rangle, \langle PP_{u.2}, NO_{u.2} \rangle, \dots, \langle PP_{u.i}, NO_{u.i} \rangle \}; \end{cases}$$

- каждый портрет КМ (ПР<sub>u, i</sub>) включает множество видов свойств (ВС<sub>u, i, j</sub>):

$$\begin{cases} PP_{1.1} = \{ BC_{1.1.1}, BC_{1.1.2}, \dots, BC_{1.1.j} \}; \\ PP_{2.2} = \{ BC_{2.2.1}, BC_{2.2.2}, \dots, BC_{2.2.j} \}; \\ PP_{u.i} = \{ BC_{u.i.1}, BC_{u.i.2}, \dots, BC_{u.i.j} \}; \end{cases}$$

- каждый вид свойств (ВС<sub>u, i, j</sub>) включает множество элементарных свойств (С<sub>u, i, j, k</sub>):

$$\begin{cases} BC_{1.1.1} = \{ C_{1.1.1.1}, C_{1.1.1.2}, \dots, C_{1.1.1.k} \}; \\ BC_{2.2.2} = \{ C_{2.2.2.1}, C_{2.2.2.2}, \dots, C_{2.2.2.k} \}; \\ BC_{u.i.j} = \{ C_{u.i.j.1}, C_{u.i.j.2}, \dots, C_{u.i.j.k} \}; \end{cases}$$

- каждое свойство (С<sub>u, i, j, k</sub>) включает векторы параметров (ВП<sub>u, i, j, k, l</sub>):

$$\begin{cases} C_{1.1.1.1} = \{ VP_{1.1.1.1.1}, VP_{1.1.1.1.2}, \dots, VP_{1.1.1.1.l} \}; \\ C_{2.2.2.2} = \{ VP_{2.2.2.2.1}, VP_{2.2.2.2.2}, \dots, VP_{2.2.2.2.l} \}; \\ C_{u.i.j.k} = \{ VP_{u.i.j.k.1}, VP_{u.i.j.k.2}, \dots, VP_{u.i.j.k.l} \}; \end{cases}$$

- каждый вектор параметров (ВП<sub>u, i, j, k, l</sub>) включает несколько элементарных параметров (П<sub>u, i, j, k, l, m</sub>) на нижнем уровне выделенной иерархии представленной КМ:

$$\begin{cases} VP_{1.1.1.1} = \{ P_{1.1.1.1.1}, P_{1.1.1.1.2}, \dots, P_{1.1.1.1.m} \}; \\ VP_{2.2.2.2} = \{ P_{2.2.2.2.1}, P_{2.2.2.2.2}, \dots, P_{2.2.2.2.m} \}; \\ VP_{u.i.j.k.l} = \{ P_{u.i.j.k.l.1}, P_{u.i.j.k.l.2}, \dots, P_{u.i.j.k.l.m} \}. \end{cases}$$

Параметрическая КМ может быть непосредственно представлена не только аналитически (логическая модель или продукционная модель), но также в виде структурно-графического представления (граф или многоуровневая схема).

В процессе (ре)конструирования *структуры параметрической КМ* на основе представленной системы аналитических (алгебраических) уравнений можно получить инновационную иерархическую (пирамидальную) структуру (рис. 2).

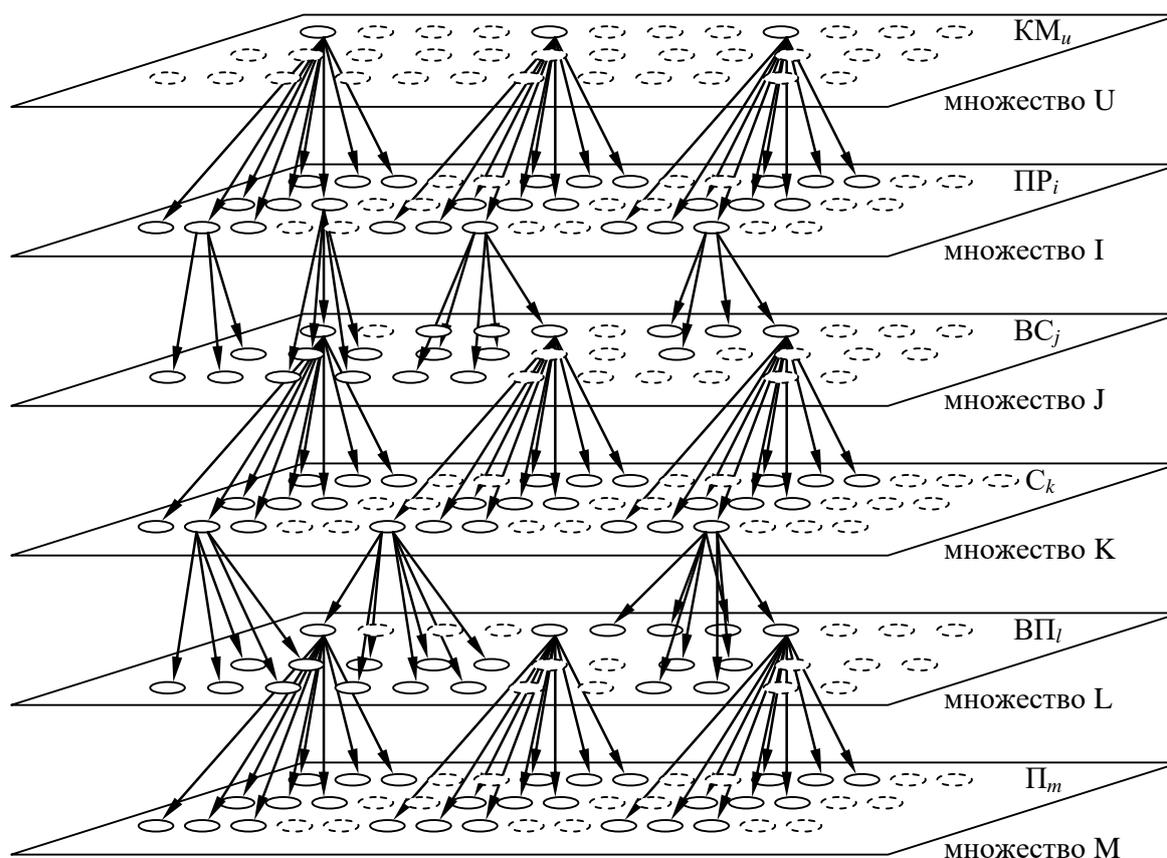


Рис. 2. Иерархическая структура когнитивной модели посредством кортежей на доменах

Получена *параметрическая КМ* в виде *иерархической (пирамидальной) структуры*, которая представляет собой совокупность взаимно вложенных пирамид с однородными параметрами и включает несколько математических (аналитических) множеств разной мощности расположенных непосредственно на различных уровнях выделенной иерархии: *множество КМУ –  $u'$* , *множество портретов КМИ –  $i'$* , *множество НО портретов КМИ –  $i'$* , *множество векторов свойств J –  $j'$* , *множество элементарных свойств K –  $k'$* , *множество векторов параметров L –  $l'$*  и *множество элементарных параметров M –  $m'$* .

Интегральная мощность полученной *пирамидальной структуры КМ*:  $p = u' \cdot i' \cdot j' \cdot k' \cdot l' \cdot m'$ .

После определения оптимального количества *портретов параметрической КМ* обеспечивается (автоматизированное) формирование математических (аналитических) множеств: *видов свойств, элементарных свойств, векторов параметров и элементарных параметров*.

Каждый информационный элемент полученной *структуры параметрической КМ* расположенный на произвольном (заданном) уровне выделенной иерархии обеспечивает возможность включения нескольких производных (взаимно подчиненных) различных информационных элементов (математических (аналитических) множеств), которые создаются непосредственно в процессе системного анализа в расширение на нижнем уровне.

Все математические (аналитические) множества конечномерны, а количество информационных элементов в базовом и соподчиненных математических (аналитических) множествах произвольно (задано), поэтому потенциально возможно дополнение и редукция информационных элементов сформированной *структуры КМ* на основе предложенного способа представления (кортеж или схема).

Ориентированный граф сочетающий теорию множеств позволяет непосредственно отобразить совокупность вершин соответствующих разным информационным элементам, которые расположены на двух уровнях представленной иерархии параметрической КМ, а также связи между ними в виде набора дуг отображающих разные отношения: соподчинения (взаимного подчинения), включения и вложения (рис. 3).



Рис. 3. Рекомендуемый способ представления когнитивной модели

в виде ориентированного графа сочетающего теорию математических множеств

КМ представленная посредством использования ориентированного графа сочетающего теорию математических множеств представляет собой иерархическую структуру, которая непосредственно включает ряд портретов с определенным НО (I) и различных математических (аналитических) множеств расположенных на двух независимых различных уровнях выделенной иерархии (структуры):

- на первом уровне – расположены несколько независимых вершин, которые образуют множество видов свойств (J) и множество элементарных свойств (K);
- на втором уровне – находятся несколько различных вершин образующих множество векторов параметров (L) и множество элементарных параметров (M) в основе КМ.

Допускается детерминированная и случайная (автоматизированная) редукция, а также отсутствие некоторых информационных элементов параметрической КМ.



## Алгоритм формирования структуры когнитивной модели

При формализации *структуры параметрической КМ* для обеспечения системного анализа определенного объекта, процесса или явления непосредственно применяется ряд *инновационных способов представления ее структуры* (моделей представления (мета)данных): математическое исчисление с использованием кортежей на доменах (аналитическое), *ориентированный граф сочетающий теорию математических множеств* (графическое) и (*иерархическая*) *многоуровневая структурная схема* ((объемное) схематическое).

Предложенный алгоритм входит в основу разработанного автором *аппарата ТКМ* и обеспечивает формализацию итеративной последовательности упорядоченных этапов, которые реализуют непосредственно формирование *структуры параметрической КМ* (рис. 5).

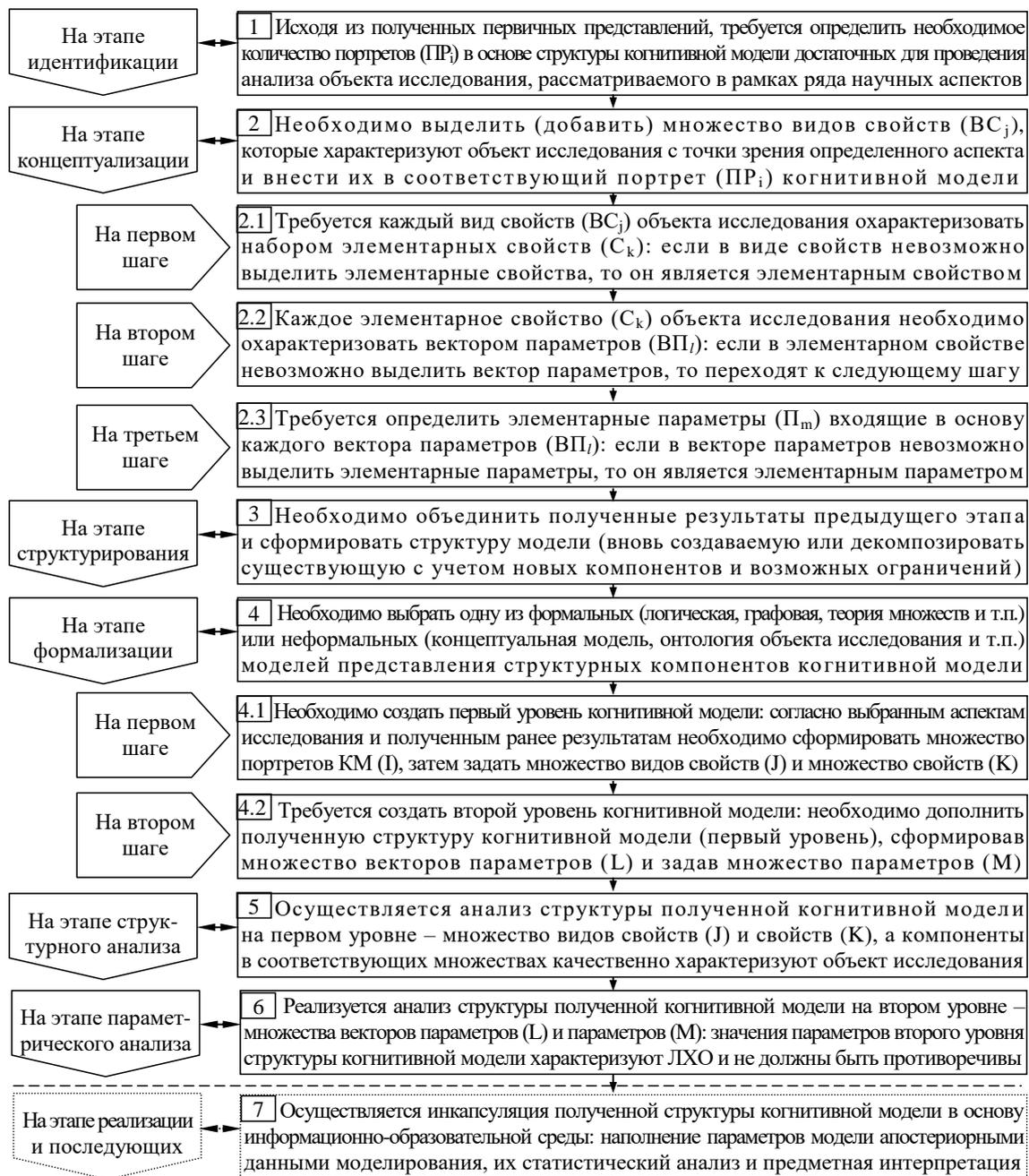


Рис. 5. Алгоритм формирования структуры когнитивной модели

## Параметрическая когнитивная модель субъекта обучения

КМ субъекта обучения представляется в виде многоуровневой структурной схемы (рис. 6).



Рис. 6. Структура когнитивной модели субъекта обучения

в виде многоуровневой структурной схемы

## Параметрическая когнитивная модель средства обучения

КМ средства обучения представляется в виде многоуровневой структурной схемы (рис. 7).



Рис. 7. Структура когнитивной модели средства обучения в виде многоуровневой структурной схемы

## **Выводы в результате практического использования блока параметрических когнитивных моделей**

1. *КМ субъекта обучения* непосредственно позволяет охарактеризовать особенности первичного сенсорного восприятия (психофизиология), обработки (когнитивная психология) и понимания (когнитивная и прикладная лингвистика) содержания последовательности разнородных информационных фрагментов на национальном или иностранном языке, которые отражают содержание определенного предмета изучения (дисциплины) [2, 3, 4, 6, 7, 10, 11].
2. *КМ средства обучения* отражает потенциальные технические параметры отображения информационных фрагментов разного вида разным способом [2, 3, 4, 6, 7, 10, 11].
3. *Блок параметрических КМ* позволяет провести *системный анализ эффективности функционирования ИОС и САО с учетом параметров КМ субъекта обучения и КМ средства обучения* [2, 3, 4, 6, 7, 10, 11].
4. Предложены *инновационные способы представления структуры параметрической КМ* [6, 10, 11].
5. Оптимальное сочетание номинальных значений параметров отображения последовательности информационных фрагментов непосредственно рассчитывается с учетом ИОЛСО хранящихся в параметрической КМ субъекта обучения и параметров КМ средства обучения отражающих потенциальные технические возможности адаптивного средства обучения (разработан процессор адаптивной репрезентации последовательности информационных фрагментов, который выполнен по блочно-модульному принципу с учетом особенностей параллельной архитектуры [8, 11]).
6. Практическое использование разработанных научных результатов осуществлялось с 2003 г. в учебном процессе «Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета "ЛЭТИ"» (г. Санкт-Петербург) и с 2004 г. в учебном процессе «Международного банковского института» (г. Санкт-Петербург), а в ходе проведения серии экспериментальных исследований были получены два акта о практическом использовании и четыре авторских свидетельства на разработанные фундаментальные и прикладные основные и производные научные результаты (теоретические и практические) [1-11].
7. Технологический процесс управляемого формирования знаний контингента обучаемых выступает сложным для проведения системного анализа на основе технологии когнитивного моделирования [10], включает совокупность технологических заделов и фаз обработки информации, существенно зависит от разных параметров обусловленных субъектом и техническим средством обучения.
8. Разработан научно-образовательный портал автора единой технологии когнитивного моделирования для системного и финансового анализа («АЕТ ТКМ СФА») Ветрова А.Н. [www.vetrovan.spb.ru](http://www.vetrovan.spb.ru) [12].

## Библиографический список

1. Ветров А.Н. Факторы успеха в образовательной деятельности современного ВУЗа: Тенденции развития информационной среды дистанционного образования / А.Н. Ветров, Н.А. Ветров; колл. монография под ред. члена-корр. МАН ВШ И.Н. Захарова. – СПб: МБИ, 2004. – С.54-65 (148 с.).
2. Ветров А.Н. Факторы успеха в образовательной деятельности современного ВУЗа: Когнитивная модель для адаптивных систем дистанционного обучения / А.Н. Ветров, Е.Е. Котова; колл. монография под ред. члена-корр. МАН ВШ И.Н. Захарова. – СПб: МБИ, 2004. – С.65-78. (148 с.).
3. Ветров А.Н. Особенности структуры информационной среды адаптивных систем ДО / А.Н. Ветров, Н.А. Ветров // «Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания»: материалы IV междунар. науч.-практ. конф., г. С.-Петербург, 15-16 марта 2005 г. – СПб.: МБИ, 2005. – С.45-46.
4. Ветров А.Н. Информационная среда автоматизированного обучения на основе когнитивных моделей / А.Н. Ветров, Е.Е. Котова, Н.Н. Кузьмин // Известия МАН ВШ, №3(37). – М.: МАН ВШ, 2006. – 18 с.
5. Ветров А.Н. Особенности развития теории информации и информационных технологий на пороге XXI века: Монография. – М.: Деп. в РАО. – 2007. – 141 с.
6. Ветров А.Н. Среда автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей: Монография. – М.: Деп. в РАО. – 2007. – 256 с.
7. Ветров А.Н. Методики и алгоритмы в основе технологии когнитивного моделирования / А.Н. Ветров // «Управление качеством в современном ВУЗе»: материалы V междунар. науч.-метод. конф., г. Санкт-Петербург, 21-22 июня 2007 г. – СПб.: МБИ, 2007. – С.86-89.
8. Ветров А.Н. Реализация адаптивного обучения в автоматизированной образовательной среде на основе когнитивных моделей / А.Н. Ветров // Известия СПбГЭТУ "ЛЭТИ", Вып. 1, Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2007. – 9 с.
9. Ветров А.Н. Электронный учебник на основе процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов в автоматизированной образовательной среде. – М.: Деп. во ВНИТИ РАН. – 2007, ВКИТ №11, 2008 – 15 с.
10. Ветров А.Н. Технология когнитивного моделирования в автоматизированной образовательной среде. – М.: Деп. во ВНИТИ РАН. – 2007, Вестник РУДН №4, 2008. – 15 с.
11. Ветров А.Н. Отчет по индивидуальной инициативной НИР «Исследование среды автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей» за 2003-2005 г., проведенной в процессе написания моих диссертаций. – СПб.: СПбГЭТУ "ЛЭТИ", МБИ, СПбГУЭФ "ФИНЭК", М.: Деп. во ВНИТИЦ РАН, 2005 (2006). – 451 с.
12. Научно-образовательный портал «АЕТ ТКМ СФА» Ветрова А.Н. [www.vetrovan.spb.ru](http://www.vetrovan.spb.ru).
13. Горелов И.Н. Разговор с компьютером. – М.: «Наука», 1987. – 255 с.
14. Лобачев С.Л., Солдаткин В.И. ДО технологии: Информационный аспект. – М., 1998. – 104 с.
15. Шенк Р. Обработка концептуальной информации. – М.: «Энергия», 1980. – 256 с.

## References

1. Vetrov A.N. Factors of success in educational activity of the modern HEI: Tendencies of development of the information environment of remote education / A.N. Vetrov, N.A. Vetrov; coll. monography under ed. of the member-corr. of The IHEAS I.N. Zakharov. – SPb: IBI, 2004. – P.54-65 (148 p).
2. Vetrov A.N. Factors of success in educational activity of the modern HEI: Cognitive model for the adaptive systems of distance training / A.N. Vetrov, E.E. Kotova; coll. monography under ed. of the member-corr. of The IHEAS I.N. Zakharov. – SPb: IBI, 2004. – P.65-78. (148 p).
3. Vetrov A.N. Features of structure of the information environment of adaptive DE systems / A.N Vetrov, N.A Vetrov // “Actual problems of economy and new technologies of teaching”: materials of The IV<sup>th</sup> intern. sci.-pract. conf., Saint-Petersburg city, the 15-16<sup>th</sup> of March 2005 y. – SPb: IBI, 2005. – P.45-46.
4. Vetrov A.N. The information environment of automated training based on cognitive models / A.N. Vetrov, E.E. Kotova, N.N. Kuzmin // Proceeding of The IHEAS, №3(37). – M.: The IHEAS, 2006. – 18 p.
5. Vetrov A.N. Features of evolution of the theory of information and information technologies on a threshold of the XXI<sup>st</sup> century: Monography. – M.: Dep. in RAS. – 2007. – 141 p.
6. Vetrov A.N. The environment of automated training with properties of adaptation based on cognitive models: Monography. – M.: Dep. in RAS. – 2007. – 256 p.
7. Vetrov A.N. Techniques and algorithms in the base of cognitive modeling technology / A . N . V e t r o v // “ Q u a l i t y m a n a g e m e n t i n m o d e r n H E I ” : materials of The V intern. sci.-method. conf., Saint-Petersburg city, the 21-22<sup>nd</sup> of June 2007 y. – SPb: IBI, 2007. – P.86-89.
8. Vetrov A.N. Realization of adaptive training in the automated educational environment based on cognitive models / A.N. Vetrov // Proceeding of The SPbSETU "LETI", Ed.1, Publishing house of The SPbSETU "LETI", 2007. – 9 p.
9. Vetrov A.N. The electronic textbook based on adaptive representation of information fragments processor in the automated educational environment. – M.: Dep. in VINITI of The RAS. – 2007, VKIT №11, 2008 – 15 p.
10. Vetrov A.N. Cognitive modeling technology in the automated educational environment. – M.: Dep. in VINITI of The RAS. – 2007, Bulletin of RUPF №4, 2008. – 15 p.
11. Vetrov A.N. The report on individual initiative S R W “ R e s e a r c h o f t h e e n v i r o n m e n t o f a u t o m a t e d t r a i n i n g with properties of adaptation based on cognitive models” from 2003-2005 years, which is carried out in the process of writing of my dissertations. – SPb.: “The SPbSETU "LETI””, “The IBI”, “The SPbSUEF "FINEC””, M.: Dep in “VINITI” of “The RAS”, 2005 (2006). – 451 p.
12. The scientific-educational portal “The AUT CMT SFA” Vetrov A.N. [www.vetrovan.spb.ru](http://www.vetrovan.spb.ru).
13. Gorelov I.N. Conversation with the computer. – M.: “Science”, 1987. – 255 p.
14. Lobachev S.L., Soldatkin V.I. DE technologies: Information aspect. – M, 1998. – 104 p.
15. Schenk R. Processing of conceptual information. – M.: “Energy”, 1980. – 256 p.