

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;44(3):112-125. DOI:10.21822/2073-6185-2017-44-3-112-125

For citation: Vetrov A.N. Block of parametric cognitive models for system analysis of informational exchange efficiency in an adaptive automated training environment. Herald of Daghestan State Technical University. Technical Sciences. 2017; 44(3):112-125. (In Russ.) DOI:10.21822/2073-6185-2017-44-3-112-125

**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ
ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ**

УДК 004.81+308.8+519.688

DOI: 10.21822/2073-6185-2017-44-3-112-125

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

Ветров А.Н.

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»,
197376, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 5, Россия,
Международный банковский институт,
191023, г. Санкт-Петербург, Невский пр., д. 60, Россия,
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.* Обоснована необходимость системного анализа и повышения эффективности информационного взаимодействия между разнородными субъектами и средствами сложного технологического процесса автоматизированного формирования дистанционных знаний. Установлено, что 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. При формализации структуры параметрической когнитивной модели применяется ряд инновационных способов представления ее структуры (моделей (метаданных): математическое исчисление с использованием кортежей на доменах (аналитическое), ориентированный граф, сочетающий теорию математических множеств (графическое) и (иерархическая) многоуровневая структурная схема. Предложенный алгоритм входит в основу разработанного автором аппарата технологии когнитивного моделирования и обеспечивает формализацию итеративной последовательности упорядоченных этапов, формирующих структуры параметрической когнитивных моделей. *Вывод.* Системный анализ информационно-образовательных сред инициирует необходимость учета широкого спектра фундаментальных и прикладных направлений современной науки, а также обуславливает необходимость использования инновационного аппарата исследования. Когнитивная модель субъекта обучения позволяет характеризовать особенности первичного сенсорного восприятия, обработки, понимания содержания и последовательности разнородных информационных фрагментов на национальном или иностранном языке, которые отражают содержание конкретной дисциплины.

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

TECHNICAL SCIENCES
COMPUTER SCIENCE, COMPUTER ENGINEERING AND CONTROL

**BLOCK OF PARAMETRIC COGNITIVE MODELS FOR SYSTEM ANALYSIS
OF INFORMATIONAL EXCHANGE EFFICIENCY IN AN ADAPTIVE AUTOMATED
TRAINING ENVIRONMENT**

Anatoly N. Vetrov

*Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI»,
5 Professora Popova Str., Saint Petersburg 197376, Russia,
International Banking Institute,
60 Nevsky Ave., Saint Petersburg 191023, Russia,
e-mail: vetrovan@nwgsm.ru*

Введение. Процессы информатизации разных предметных областей (проблемных сфер), протекающие в условиях глобализации информационной среды и 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 [1-14].

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.).

Постановка задачи. 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].

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 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).

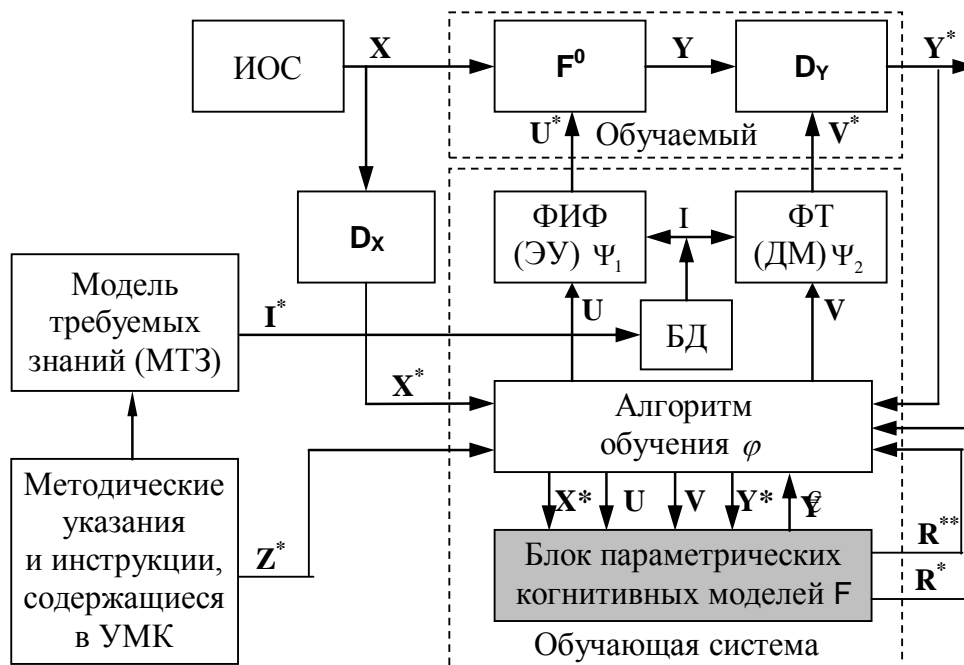


Рис. 1. Структурно-функциональная схема
 Fig. 1. Structural-functional scheme

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 дополнительных 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 (φ) – 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) Ψ_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) Ψ_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

циклы 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).

Методы исследования. 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.

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.

Реконструирование 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 «BorlandC++ 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 (КМу – КМ; ПРу, i – портрет КМ; НОи, i – научное обоснование портрета; ВСи, i, j – вид свойств; Си, i, j, k – свойство; ВПу, i, j, k, l – вектор параметров; Пу, i, j, k, l, m – 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 (КМу), которая включает счетное конечномерное множество портретов (ПРу, i), имеющих четкое научное обоснование (НОи, i) 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 (ПРу, i) включает множество видов свойств (ВСи, i, j):

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

каждый вид свойств (ВСи, i, j) включает множество элементарных свойств (Си, i, j, k):

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

каждое свойство (Си, i, j, k) включает векторы параметров (ВПу, i, j, k, l):

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

каждый вектор параметров (ВПу, i, j, k, l) включает несколько элементарных параметров (Пу, i, j, k, l, m) на нижнем уровне выделенной иерархии представленной КМ:

$$\begin{cases} BP_{1.1.1.1} = \{P_{1.1.1.1.1.1}, P_{1.1.1.1.1.2}, \dots, P_{1.1.1.1.1.m}\}; \\ BP_{2.2.2.2} = \{P_{2.2.2.2.2.1}, P_{2.2.2.2.2.2}, \dots, P_{2.2.2.2.2.m}\}; \\ BP_{u.i.j.k.l} = \{P_{u.i.j.k.l.1}, P_{u.i.j.k.l.2}, \dots, P_{u.i.j.k.l.m}\}. \end{cases}$$

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).

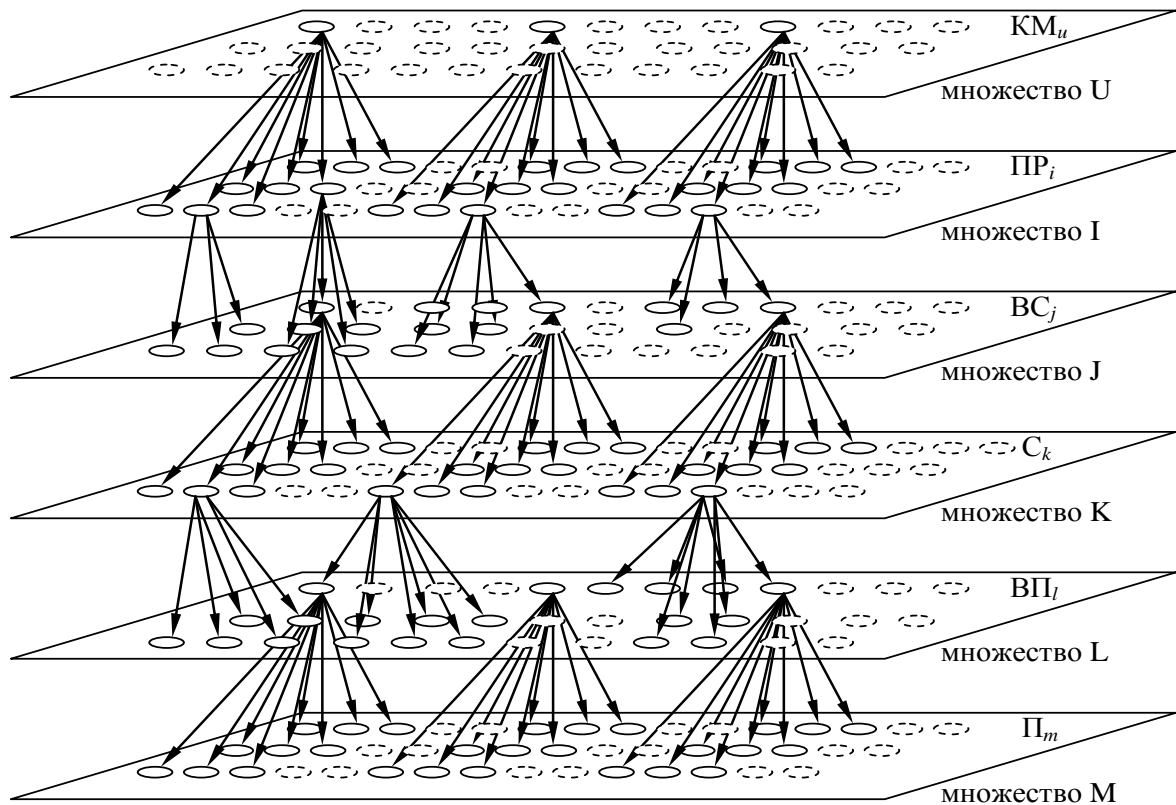


Рис. 2. Иерархическая структура когнитивной модели посредством кортежей на доменах
 Fig. 2. Hierarchical structure of the cognitive model by means of tuples on domains

Получена параметрическая КМ в виде иерархической (пирамидальной) структуры, которая представляет собой совокупность взаимно вложенных пирамид с однородными параметрами 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).

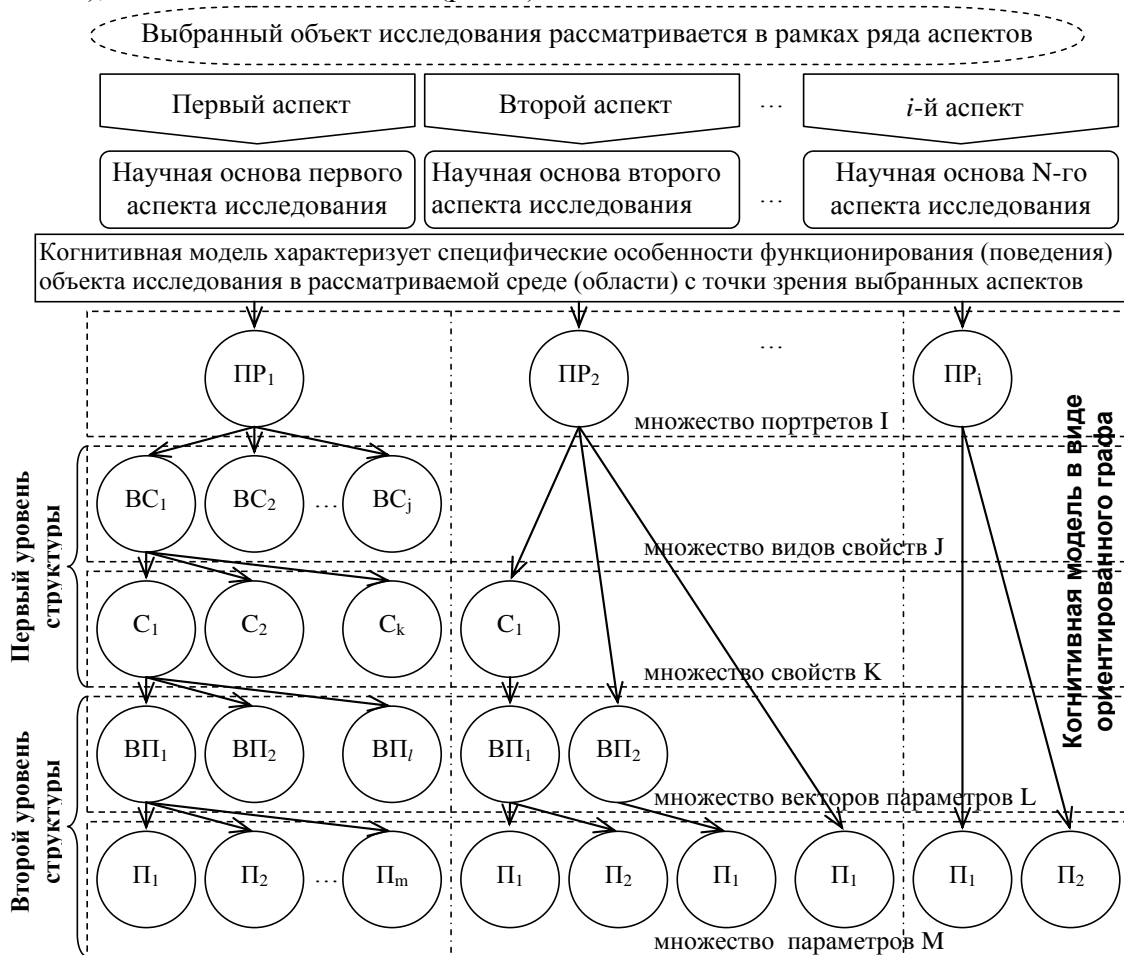


Рис. 3. Рекомендуемый способ представления когнитивной модели в виде ориентированного графа, сочетающего теорию математических множеств
Fig. 3. The recommended way to represent the cognitive model in the form of an oriented graph, combining the theory of mathematical sets

Обсуждение результатов. Когнитивная модель (КМ), представленная посредством использования ориентированного графа, сочетающего теорию математических множеств, пред-

ставляет 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.

Многоуровневая структурная схема включает совокупность разнородных информационных элементов, отражающих особенности и локальности статики, и динамики определенного (заданного) объекта, процесса или явления исследования, которые расположены непосредственно на разных уровнях выделенной иерархии и образуют несколько взаимно независимых множеств в основе структуры параметрической КМ (рис. 4).



Рис. 4. Рекомендуемый способ представления когнитивной модели в виде многоуровневой структурной схемы

Fig. 4. The recommended way to represent the cognitive model in the form of a multilevel structural scheme

Многоуровневая структурная схема допускает относительную редукцию (исключение и отсутствие) некоторых информационных элементов в основе разрабатываемой структуры 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 метаданных): 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 аппарата ТКМи обеспечивает формализацию итеративной последовательности упорядоченных этапов, которые реализуют непосредственно формирование структуры параметрической КМ (рис. 5).



Рис. 5. Алгоритм формирования структуры когнитивной модели
Fig. 5. Algorithm for the formation of the structure of the cognitive model

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

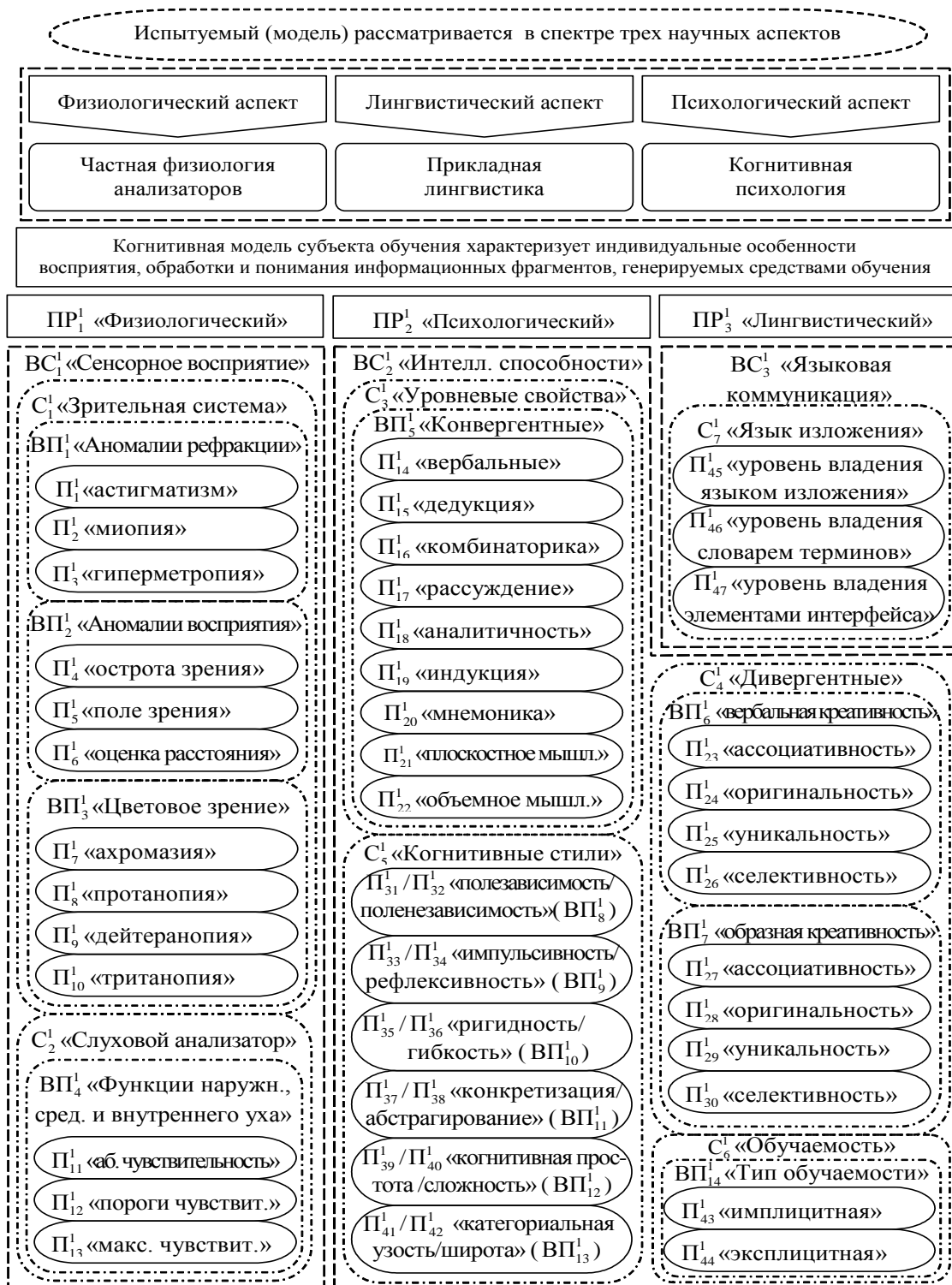


Рис. 6. Структура когнитивной модели субъекта обучения в виде многоуровневой структурной схемы
Fig. 6. Structure of the cognitive model of the subject of training in the form of a multilevel structural scheme

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

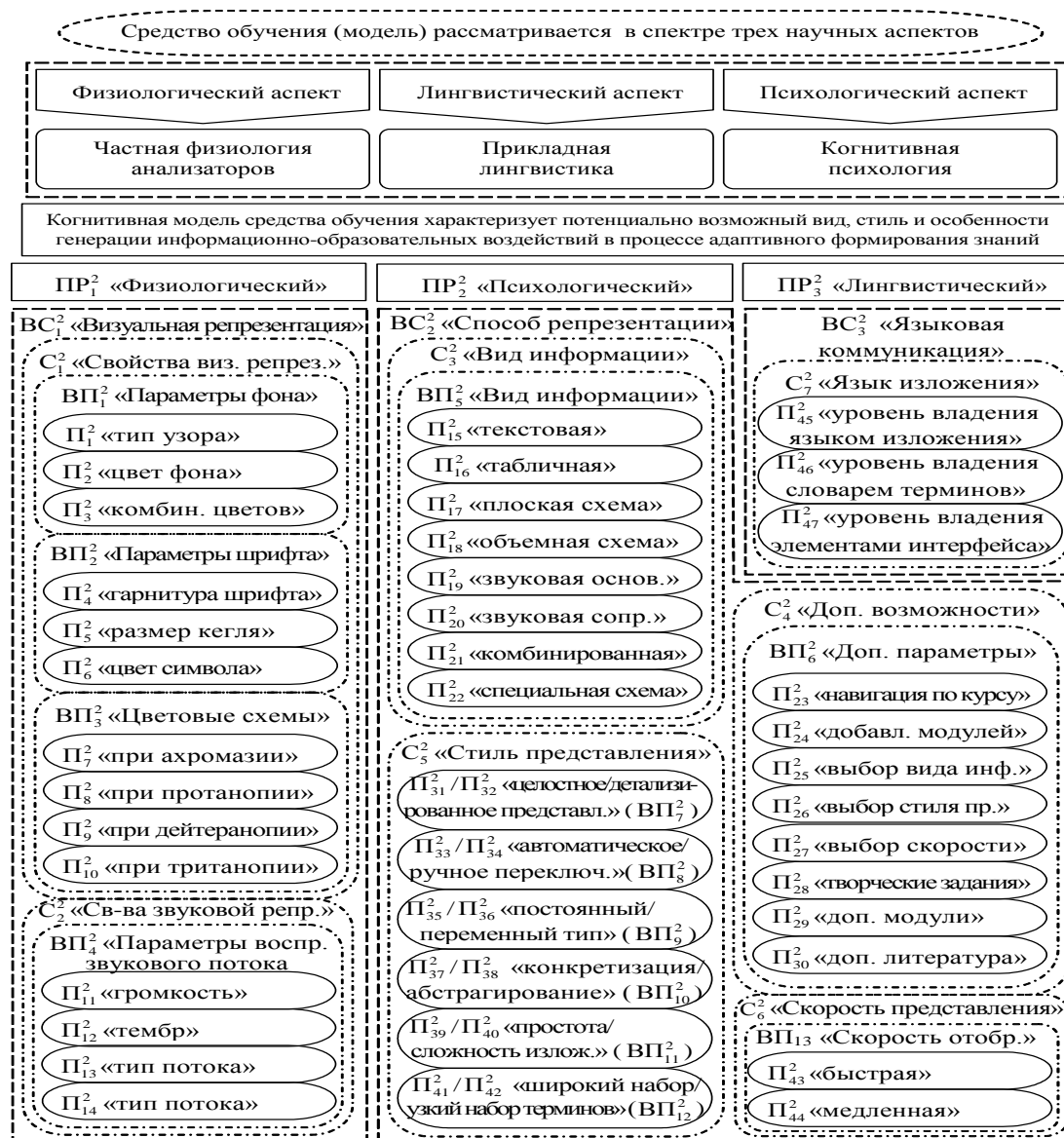


Рис. 7. Структура когнитивной модели средства обучения в виде многоуровневой структурной схемы
 Fig. 7. Structure of the cognitive model of the means of instruction in the form of a multilevel structural scheme

Вывод. 1. Когнитивная модель (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.

2. КМ средства обучения отражает потенциальные технические параметры отображения информационных фрагментов разного вида разным способом [2-4, 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- 4, 6, 7, 10-11].

4. Предложены инновационные способы представления структуры параметрической КМ [6, 10 11].

5. Разработан процессор адаптивной репрезентации последовательности информационных фрагментов, который выполнен по блочно-модульному принципу с учетом особенностей параллельной архитектуры.

6. Практическое использование 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 экспериментальных исследований были получены два акта о практическом использовании и четыре авторских свидетельства на разработанные фундаментальные и прикладные научные результаты [1-11].

7. Технологический процесс управляемого формирования знаний контингента обучаемых выступает сложным для проведения системного анализа на основе технологии когнитивного моделирования, включает совокупность технологических заделов и фаз обработки информации, существенно зависит от разных параметров обусловленных субъектом и техническим средством обучения.

8. Разработан научно-образовательный портал технологии когнитивного моделирования для системного и финансового анализа («АЕТ ТКМ СФА») Ветрова А.Н. 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. – 141с.
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. – С.10-16.
9. Ветров А.Н. Электронный учебник на основе процессора адаптивной репрезентации информационных фрагментов в автоматизированной образовательной среде. – М.: Деп. во ВИНТИ РАН. – 2008, ВКИТ №11, 2008 – С.38-50.
10. Ветров А.Н. Технология когнитивного моделирования в автоматизированной образовательной среде. – М.: Деп. во ВИНТИ РАН. – 2008, Вестник РУДН №4, 2008. – С.46-42.
11. Ветров А.Н. Отчет по индивидуальной инициативной НИР «Исследование среды автоматизированного обучения со свойствами адаптации на основе когнитивных моделей» за 2003-2005 г.– СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТ», МБИ, СПбГУЭФ «ФИНЭК» М.: Деп. во ВНИИЦ РАН, 2005 (2006). – 451 Научно-образовательный портал «АЕТ ТКМ СФА» Ветрова А.Н. www.vetrovan.spb.ru.
12. Горелов И.Н. Разговор с компьютером. – М.: «Наука», 1987. – 255 с.
13. Лобачев С.Л., Солдаткин В.И. ДО технологии: Информационный аспект. – М., 1998. – 104 с.
14. Шенк Р. Обработка концептуальной информации. – М.: «Энергия», 1980. – 256 с.

References:

1. Vetrov N.A. Faktory uspekha v obrazovatel'noi deyatel'nosti VUZa: Tendentsii razvitiya informatsionnoi sredy distantsionnogo obrazovaniya. Koll. Monografiya pod red. Zakharova I.N. Saint-Petersburg: MBI; 2004. S. 54–65. [Vetrov A.N., Vetrov N.A. Factors of success in the educational activity of the university: Trends in the development of the information environment of distance education. Collective monograph. Zakharov I.N. (Ed). Saint-Petersburg: MBI; 2004. pp.54–65. (In Russ.)]
2. Vetrov A.N., Kotova E.E. Faktory uspekha v obrazovatel'noi deyatel'nosti VUZa: Kognitivnaya model' dlya adaptivnykh sistem distantsionnogo obucheniya. Koll. Monografiya pod red. Zakharova I.N. Saint-Petersburg: MBI;

2004. S.65–78. [Vetrov A.N., Kotova E.E. Factors of success in the educational activity of the university: Cognitive model for adaptive systems of distance learning. Collective monograph. Zakharov I.N. (Ed). Saint-Petersburg: MBI; 2004. pp.65–78. (In Russ.)]
3. Vetrov A.N., Vetrov N.A. Osobennosti struktury informatsionnoy sredy adaptivnykh sistem DO. Materialy IV mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Aktual'nye problemy ekonomiki i novye tekhnologii prepodavaniya". S.-Peterburg. 2005. P.45-46. [Vetrov A.N., Vetrov N.A. Features of the structure of the information environment of adaptive systems. Materials of the IV International Scientific and Practical Conference "Relevant Issues of Economics and New Teaching Technologies". St. Petersburg. 2005. pp.45-46. (In Russ.)]
 4. Vetrov A.N., Kotova E.E., Kuz'min N.N. Informatsionnaya sreda avtomatizirovannogo obucheniya na osnove kognitivnykh modelei. Izvestiya MAN VSH. 2006; 3(37):100–112. [Vetrov A.N., Kotova E.E., Kuz'min N.N. Information environment of automated learning based on cognitive models. Proceedings of the IHEAS. 2006; 3(37):100–112. (In Russ.)]
 5. Vetrov A.N. Osobennosti razvitiya teorii informatsii i informatsionnykh tekhnologii na poroge XXIveka: Monografiya. Moscow: Dep. v RAO; 2007. 141 s. [Vetrov A.N. Development features of information theory and information technologies on the threshold of the XXI century: Monograph. Moscow: Dep. in RAO; 2007. 141 p. (In Russ.)]
 6. Vetrov A.N. Sreda avtomatizirovannogo obucheniya so svoystvami adaptatsii na osnove kognitivnykh modelei: Monografiya. Moscow: Dep. v RAO; 2007. 256 s. [Vetrov A.N. Automated learning environment with adaptation properties based on cognitive models: Monograph: Monografiya. Moscow: Dep. v RAO; 2007. 256 p. (In Russ.)]
 7. Vetrov A.N. Metodiki i algoritmy v osnove tekhnologii kognitivnogo modelirovaniya. Materialy V mezhdunarodnoy nauchno-metodicheskoy konferentsii "Upravlenie kachestvom v sovremennom VUZe". Sankt-Peterburg, MBI; 2007. S.86-89. [Vetrov A.N. Techniques and algorithms as the base for the technology of cognitive modeling. Materials of the V International scientific and methodological conference «Quality management in a modern university». St. Petersburg, MBI; 2007. pp.86-89. (In Russ.)]
 8. Vetrov A.N. Realizatsiya adaptivnogo obucheniya v avtomatizirovannoi obrazovatel'noi srede na osnove kognitivnykh modelei. Izvestiya SPbGETU «LETI». 2007; 1:10-16. [Vetrov A.N. Implementation of adaptive learning in an automated educational environment based on cognitive models. Izvestiya SPbGETU "LETI". 2007; 1:10-16. (In Russ.)]
 9. Vetrov A.N. Elektronnyi uchebnyk na osnove protsessora adaptivnoi reprezentatsii informatsionnykh fragmentov v avtomatizirovannoi obrazovatel'noi srede. VKIT. 2008; 11:38-50. [Vetrov A.N. The electronic textbook based of the processor of adaptive representation of information fragments in the automated educational environment. Herald of computer and information technologies. 2008; 11:38-50. (In Russ.)]
 10. Vetrov A.N. Tekhnologiya kognitivnogo modelirovaniya v avtomatizirovannoi obrazovatel'noi srede. Vestnik RUDN. Seriya: Informatizatsiya obrazovaniya. 2008; 4:26-42. [Vetrov A.N. The technology of cognitive modeling in an automated educational environment. RUDN Journal of Informatization in Education. 2008; 4:26-42. (In Russ.)]
 11. Vetrov A.N. Otchet po individual'noy initsiativnoy NIR "Issledovanie sredy avtomatizirovannogo obucheniya so svoystvami adaptatsii na osnove kognitivnykh modeley" za 2003-2005 g. SPb.: SPbGETU «LET», MBI, SPbGUEF «FINEK», M.: Dep. vo VINITI RAN, 2005 (2006). 451 s. [Vetrov A.N. Report on the individual initiative R & D "Study of the environment of automated learning with the properties of adaptation based on cognitive models" for 2003-2005. SPb.: SPbGETU «LET», MBI, SPbGUEF «FINEK», M.: Dep. in VINITI RAS, 2005 (2006). 451 p. (In Russ.)]. Nauchno-obrazovatel'nyy portal «AET TKM SFA» Vetrova A.N. www.vetrovan.spb.ru. [Scientific and educational portal «AET TKM SFA» Vetrova A.N. www.vetrovan.spb.ru (In Russ.)]
 12. Gorelov I.N. Razgovor s komp'yuterom. M.: Nauka; 1987. 255 s. [Gorelov I.N. Conversation with the computer. M.: Nauka; 1987. 255 p. (In Russ.)]
 13. Lobachev S.L., Soldatkin V.I. DO tekhnologii: Informatsionnyy aspekt. M.; 1998. 104 s. [Lobachev S.L., Soldatkin V.I. Distance Learning (DL) technology: Information aspect. M.; 1998. 104 p. (In Russ.)]
 14. Shenk R. Obrabotka kontseptual'noy informatsii. M.: Energiya; 1980. 256 s. [Shenk R. Processing of conceptual information. M.: Energiya; 1980. 256 p. (In Russ.)]

Сведения об авторе.

Ветров Анатолий Николаевич – инженер кафедры автоматизации и процессов управления, президент ГМО «Академия когнитивных естественных наук».

Information about the author.

Anatoly N. Vetrov – engineer, Department of Automation and Control Processes, President of the «Academy of Cognitive Sciences».

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The author declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию 25.07.2017.

Received 25.07.2017.

Принята в печать 30.08.2017.

Accepted for publication 30.08.2017.