



МОДЕЛИ И СРЕДСТВА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ И ИМИТАЦИИ РАССУЖДЕНИЙ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Проскурнин Алексей Александрович

Научный руководитель: к.т.н., доц. Филиппович Ю.Н.

Две фазы функционирования АСКЗ

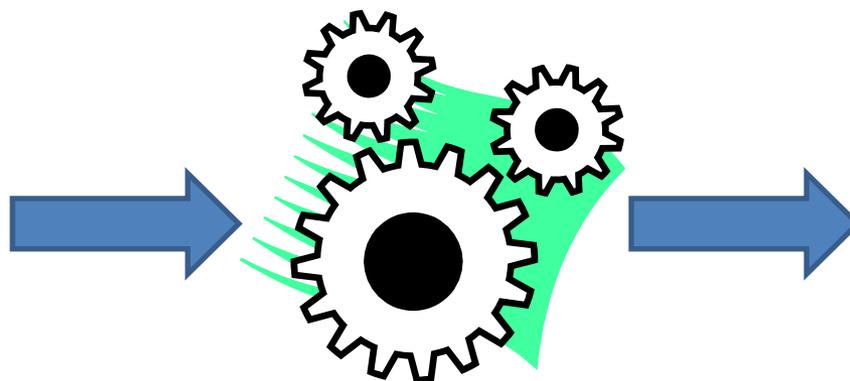
I. ФАЗА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ



II. ФАЗА ИНТЕРПРЕТАЦИИ



память компьютера



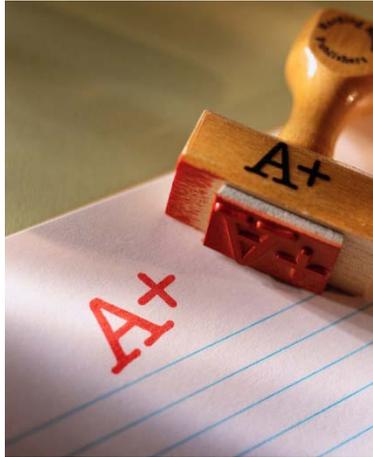
алгоритм
интерпретации



память компьютера

Две базовые парадигмы построения АСКЗ

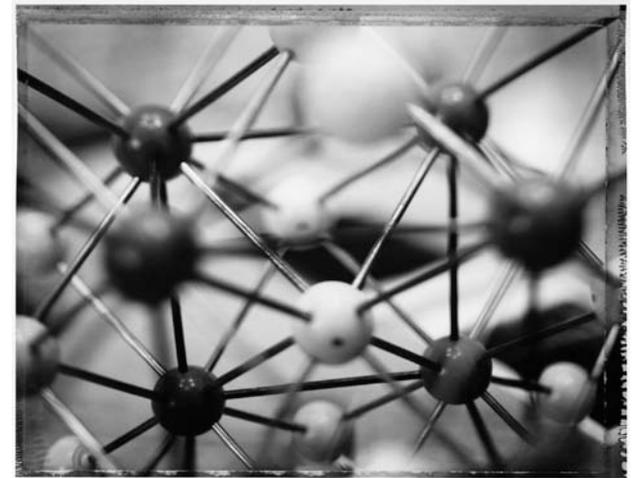
Скалярная
(отметка, ранг):
на **СКОЛЬКО** знает?



↓
**ПАРАДИГМА
ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ**

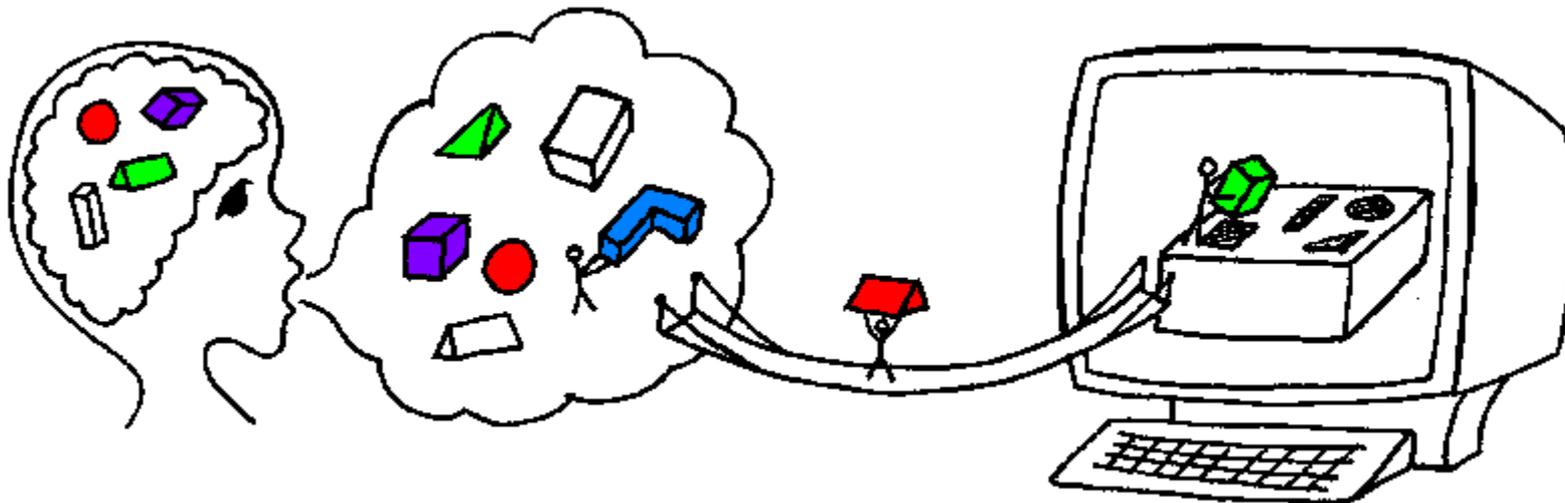
Модель
персональных
знаний

«Развернутая»,
структурная,
содержательная:
ЧТО знает/не знает?



↓
**ПАРАДИГМА
ВЫЯВЛЕНИЯ И АНАЛИЗА
ЗНАНИЙ**

Понятие автоматизированного выявления знаний (АВЗ)



Автоматизированная система контроля знаний (**АСКЗ**) - автоматизированная система, основная функция которой состоит в формировании модели персональных знаний пользователя (МПЗ) в результате взаимодействия система-пользователь

Модель персональных знаний человека (**МПЗ**) - любая информация о знаниях человека в некоторой предметной области.

Автоматизированный контроль знаний (**АКЗ**) - процесс взаимодействия человека и компьютера, в результате которого в памяти компьютера формируется МПЗ человека.

Автоматизированное выявление знаний (АВЗ) - АКЗ, при котором МПЗ представляет собой данные, обладающие свойствами внутренней интерпретируемости, структурированности, и связности.

Актуальность

Актуальность предлагаемого в работе подхода к построению АСКЗ обуславливается необходимостью устранения следующих характерных недостатков в существующих АСКЗ, разработанных исходя из парадигмы выявления и анализа знаний:

1. Многие АСКЗ используют методы, максимально учитывающие специфику конкретной предметной области, и неприменимые для других областей.
2. Большинство АСКЗ, как правило, рассматривают модель учебного курса (предмета), а не предметной области как таковой.
3. МПЗ чаще всего является поверхностной, обладает низким уровнем детализации.
4. Возможность применения АСКЗ часто ограничивается необходимостью наличия достаточно больших репрезентативных выборок обучаемых.
5. С одной стороны, закрытая форма вопроса обладает существенными недостатками; с другой стороны, при анализе свободного естественно-языкового ответа в виде предложения крайне трудно гарантировать высокую адекватность такого анализа.
6. Во многих АСКЗ применяются методы формирования МПЗ, при которых принципиально невозможно пояснить пользователю ход рассуждений, с помощью которых была получена модель его знаний.
7. В существующих АСКЗ, как правило, пользователю не предлагаются инструменты анализа его знаний, выявленных системой.

Цель и задачи исследования

Цель исследования заключается в разработке и практической реализации в виде программной системы новой методики АКЗ, ориентированной на решение задачи формирования содержательного, структурного описания персональных знаний пользователя АСКЗ, с учетом устранения описанных выше недостатков в существующих подходах к решению этой задачи.

Для достижения этой цели в диссертационной работе решены следующие основные **задачи**:

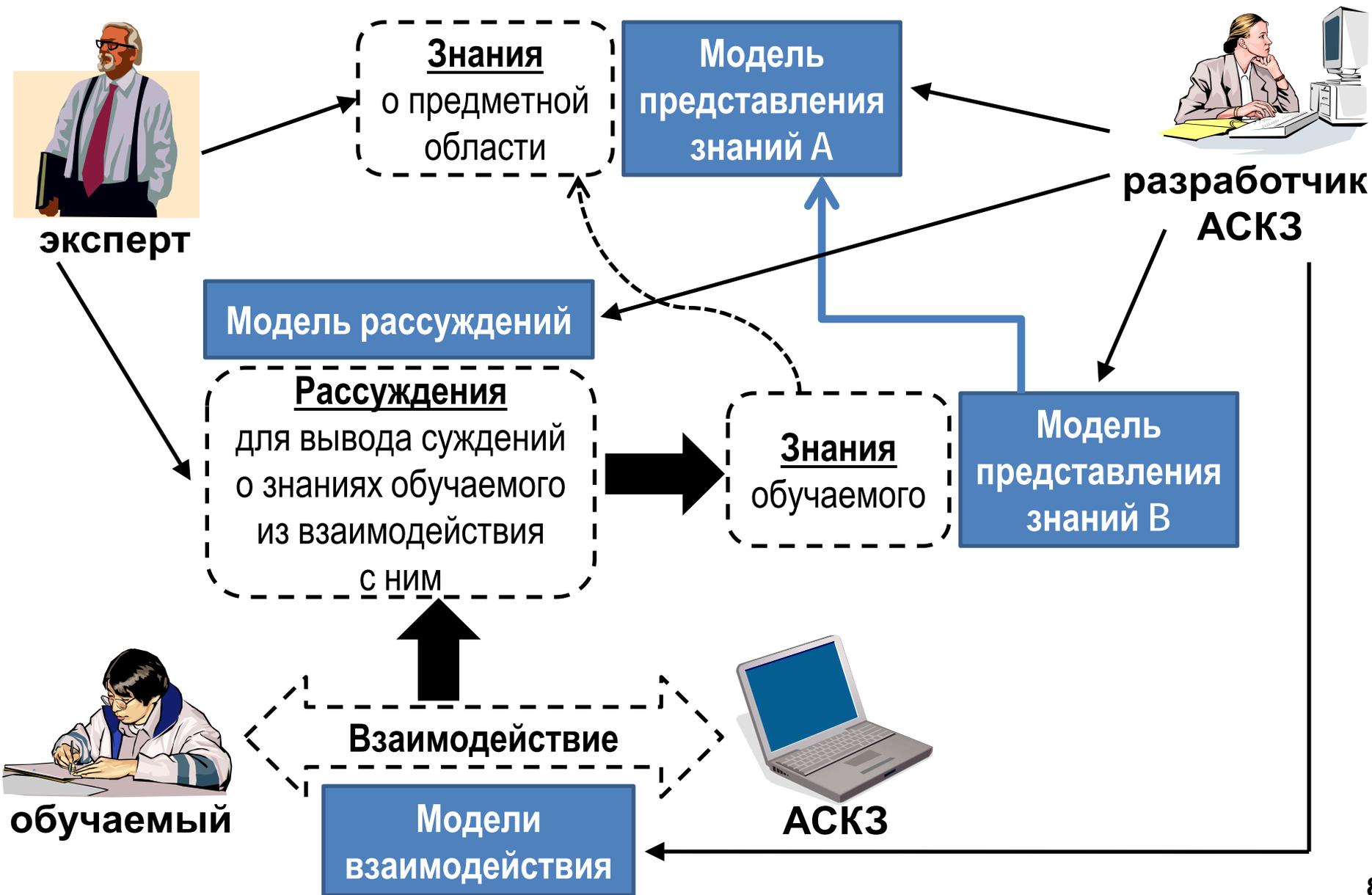
1. Проведены анализ и классификация существующих методов и моделей АКЗ, а также моделей представления знаний и моделей рассуждений, используемых для решения задачи АКЗ.
2. Разработаны новые модели представления знаний и модели рассуждений для автоматизации процесса контроля знаний, и, на их основе, – новая методика АКЗ, ориентированная на решение задачи формирования содержательного, структурного описания персональных знаний пользователя АСКЗ, с учетом устранения описанных выше недостатков в существующих подходах к решению этой задачи.
3. Разработана и апробирована программная система, реализующая предлагаемую методику АКЗ.
4. Проведены экспериментальные исследования предлагаемой методики АКЗ.

Научная новизна

Научная новизна исследования заключается в следующем:

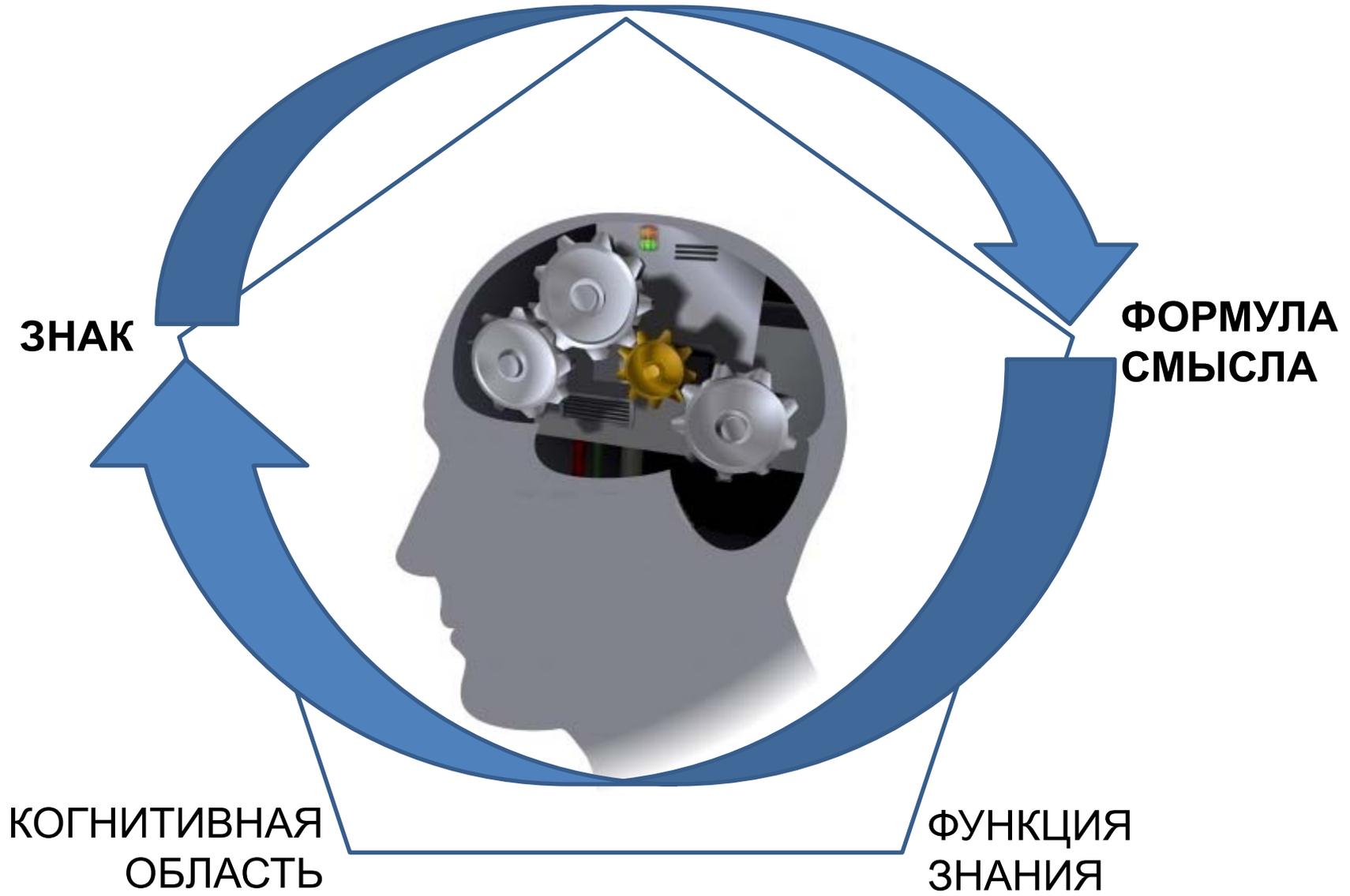
1. Разработана новая модель представления знаний о предметной области, и, на ее основе – новая модель представления персональных знаний – для решения задачи АКЗ; отличительная особенность этих моделей состоит в том, что в качестве основы для их разработки была использована модель вербального языкового сознания, предложенная Ю.Н. Карауловым, и предполагающая выявление и описание множества элементарных вербальных единиц знания – так называемых фигур знания (понятие введено Ю.Н. Карауловым).
2. Разработаны новые модели рассуждений для решения задачи АКЗ, имитирующие различные типы рассуждений человека-эксперта, осуществляющего контроль знаний; отличительной особенностью этих моделей является обработка знаний, формальное описание которых дано в соответствии с предлагаемой новой моделью представления знаний, а также применение четырехзначной логики аргументации, предложенной В.К. Финном.
3. На основе предлагаемых моделей представления знаний и моделей рассуждений разработана новая методика АКЗ, ориентированная на решение задачи формирования содержательного, структурного описания персональных знаний пользователя АСКЗ, с учетом устранения описанных выше недостатков в существующих подходах к решению этой задачи, в частности, позволяющая пользователю проводить различные виды анализа выявленных персональных знаний: структурный анализ, логический анализ, и анализ соответствия эталонным образам знания.
4. В соответствии с предлагаемой методикой АКЗ разработана база знаний для предметной области "Основы информатики".

Моделирование знаний и рассуждений для решения задачи АВЗ



Модель вербального языкового сознания Ю.Н. Караулова

СПОСОБ ЗАДАНИЯ СМЫСЛА

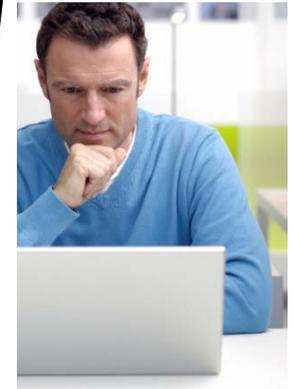
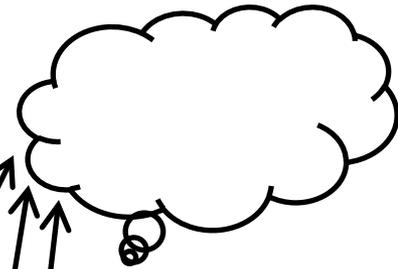


Пример переходов «формула смысла - знак» и соответствующих им ассоциативных связей

Формула смысла	Знак	Ассоциативные связи
Восемь бит.	Байт	Бит↔Байт
Единица измерения количества информации, равная 2^{20} байт.	Мегабайт	Единица измерения↔Мегабайт Информация↔Мегабайт Байт↔Мегабайт
Он работает по принципу LIFO.	Стек	LIFO↔Стек
Вид транслятора, который обычно противопоставляется интерпретатору.	Компилятор	Транслятор↔Компилятор Интерпретатор↔Компилятор
Она заканчивается при выполнении оператора COMMIT или оператора ROLLBACK.	Транзакция	COMMIT↔Транзакция ROLLBACK↔Транзакция

Применение модели Ю.Н. Караулова для решения задачи АВЗ

Популярный язык программирования, разработанный Никлаусом Виртом.



+

+

-

Паскаль

Pascal

язык программирования-

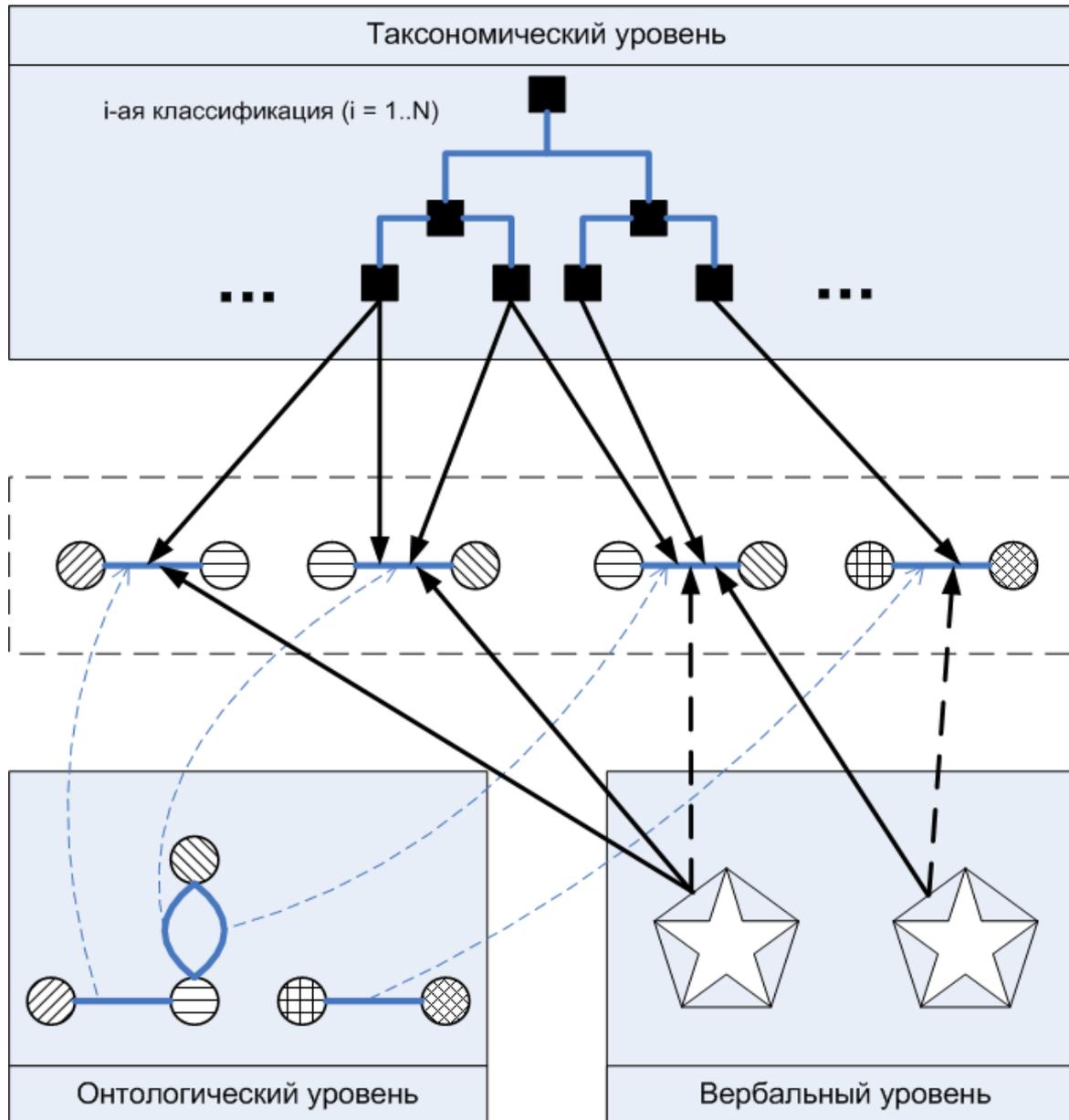
Паскаль

Никлаус Вирт-Паскаль

Бейсик

~~Никлаус Вирт-Паскаль~~

Упрощенное схематичное изображение модели предметной области



Обозначения:



Понятие (концепт)



Целевая единица знания

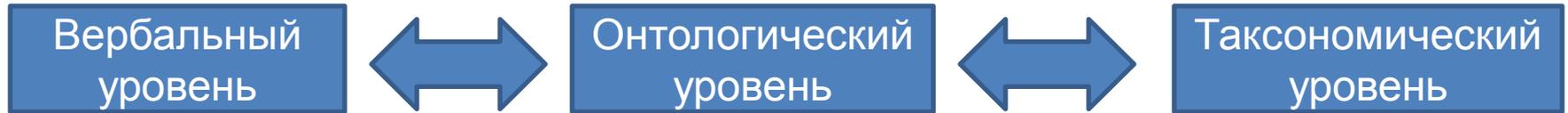


Классификационная единица



Фигура знания

Представление знаний о предметной области



$$M_{\text{ПР.ОБЛ.}} = \langle M_{\text{ОНТ.}}, M_{\text{ВЕРБ.}}, M_{\text{ТАКС.}}, ML_{\text{ОНТ.-ВЕРБ.}}, ML_{\text{ОНТ.-ТАКС.}} \rangle$$

$$M_{\text{ОНТ.}} = \langle T, E, A, L, f_{ET}, f_{LEEA}, H_L \rangle$$

$$M_{\text{ВЕРБ.}} = \langle Q, P, V, Z, W, f_{QPV}, R_{QZW} \rangle$$

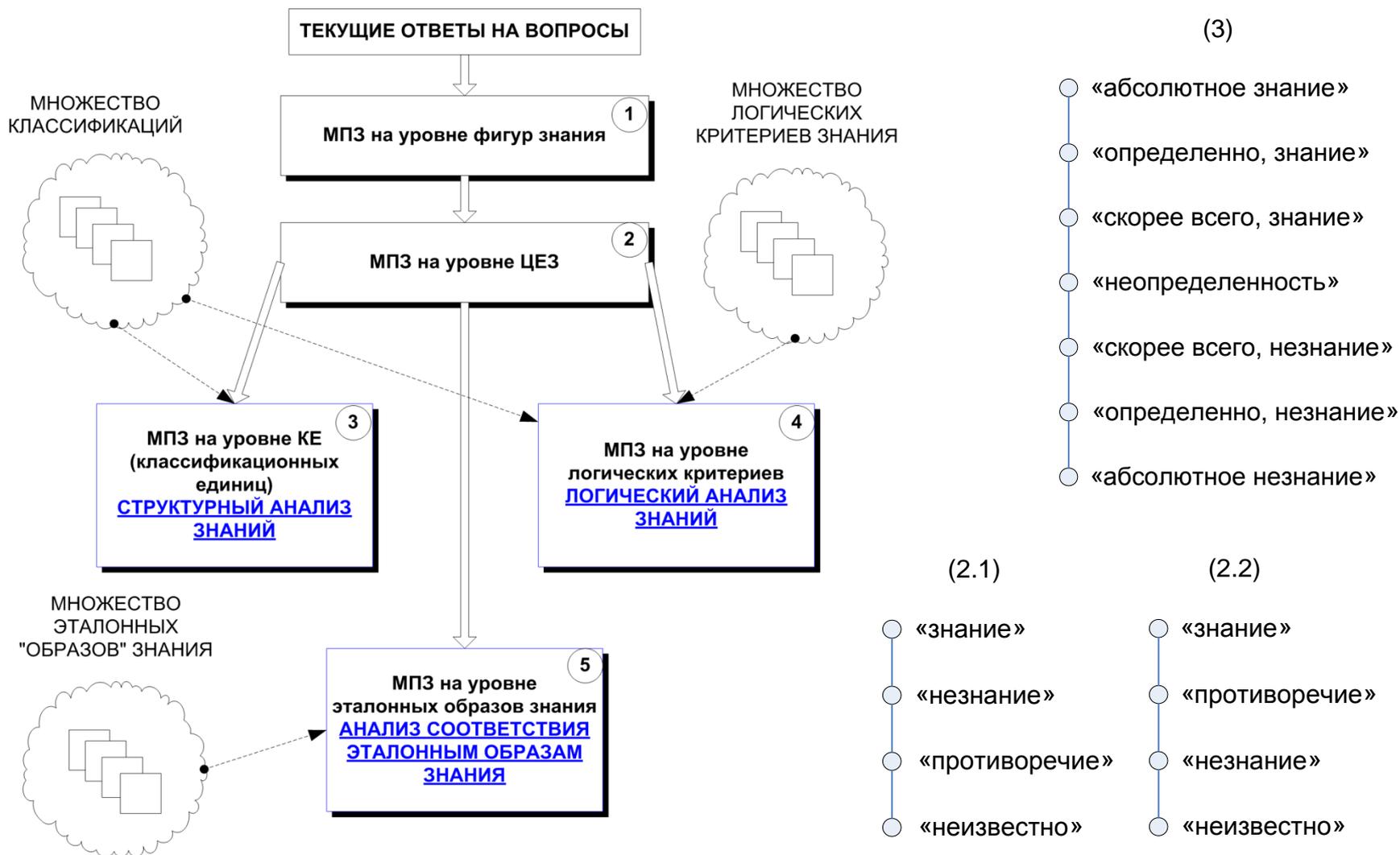
$$M_{\text{ТАКС.}} = \langle D, C, f_{CD}, R_{CC}, (\tilde{R}_d^{3H.})_{d \in D}, (\tilde{R}_d^{HE3H.})_{d \in D}, (H_{Cd})_{d \in D}, I, G \rangle$$

$$ML_{\text{ОНТ.-ВЕРБ.}} = \langle f^{3H.}, f^{HE3H.}, f_{QE} \rangle$$

$$ML_{\text{ОНТ.-ТАКС.}} = \langle (R_{CLd})_{d \in D}, (f_{EGi})_{i \in I} \rangle$$

Представление персональных знаний

$$M_{ПЗ} = \langle M_{ПР.ОБЛ.}, S_Q, S_L, S_C, f_Q, f_L, f_C, f_{HL}, f_{HC}, f_I, f_{DC}, f_{DHC}, f_{DI} \rangle$$



Формальная постановка задачи

ДАНО:

Знание (экспертное) о предметной области:

$$M_{\text{ПР.ОБЛ.}}$$

Текущие ответы испытуемого на вопросы:

$$f_{QB} : Q \rightarrow B$$

$$f_{\text{ОТВ.}} : Q \rightarrow \Delta^*$$

ОПРЕДЕЛИТЬ:

МПЗ испытуемого (выявление и анализ знаний):

$$f_Q : Q \rightarrow S_Q \quad f_L : L \rightarrow S_L$$

$$f_C : C \rightarrow S_C \quad f_{HL} : H_L \rightarrow S_L$$

$$f_{HC} : \bigcup_{d \in D} (H_{Cd}) \rightarrow S_C \quad f_I : I \rightarrow [0,1]$$

$$f_{DHC} : \bigcup_{d \in D} (H_{Cd}) \rightarrow [0,1] \quad f_{DC} : C \rightarrow [0,1]$$

$$f_{DI} : I \rightarrow [0,1]$$

Типы моделируемых рассуждений

В работе реализовано моделирование **следующих типов рассуждений** человека-эксперта, осуществляющего контроль знаний:

1. Рассуждения, связанные с формированием суждений о присутствии в сознании человека определенных когнитивных единиц на основании информации, полученной от человека в процессе взаимодействия.
2. Рассуждения, связанные с формированием суждений о степени знания одних когнитивных единиц, исходя из степени знания других единиц, когда и те, и другие единицы находятся на одном уровне иерархии в структурной декомпозиции предметной области.
3. Рассуждения, связанные с формированием суждений о степени знания некоторого множества элементов, исходя из знания/незнания этих элементов (операция «свертки»).
4. Рассуждения, связанные с выбором следующего вопроса, который будет задан человеку в процессе адаптивного взаимодействия, исходя из текущей МПЗ человека и выбранной стратегии взаимодействия.

Рассуждения 1-го типа: логика аргументации A4

Шаг 1. Введем мультимножества: $m_{ЗН.} : L \rightarrow N$ $m_{НЕЗН.} : L \rightarrow N$

Шаг 2. $\forall l \in L : m_{ЗН.}(l) = 0$ $m_{НЕЗН.}(l) = 0$

Шаг 3. В цикле по всем $q \in Q$

Если ответ на вопрос верный, то добавить в $m_{ЗН.}$
множество ЦЕЗ $\{l \in f^{ЗН.}(q)\}$

Если ответ на вопрос неверный, то добавить в $m_{НЕЗН.}$
множество ЦЕЗ $\{l \in f^{НЕЗН.}(q)\}$

Шаг 4. В цикле по всем $l \in L$

$m_{ЗН.}(l)$
МНОЖЕСТВО
аргументов

$m_{ЗН.}(l) = 0 \wedge m_{НЕЗН.}(l) = 0$

НЕИЗВЕСТНОСТЬ

$m_{ЗН.}(l) > 0 \wedge m_{НЕЗН.}(l) = 0$

ЗНАНИЕ

$m_{НЕЗН.}(l)$

МНОЖЕСТВО
контраргументов

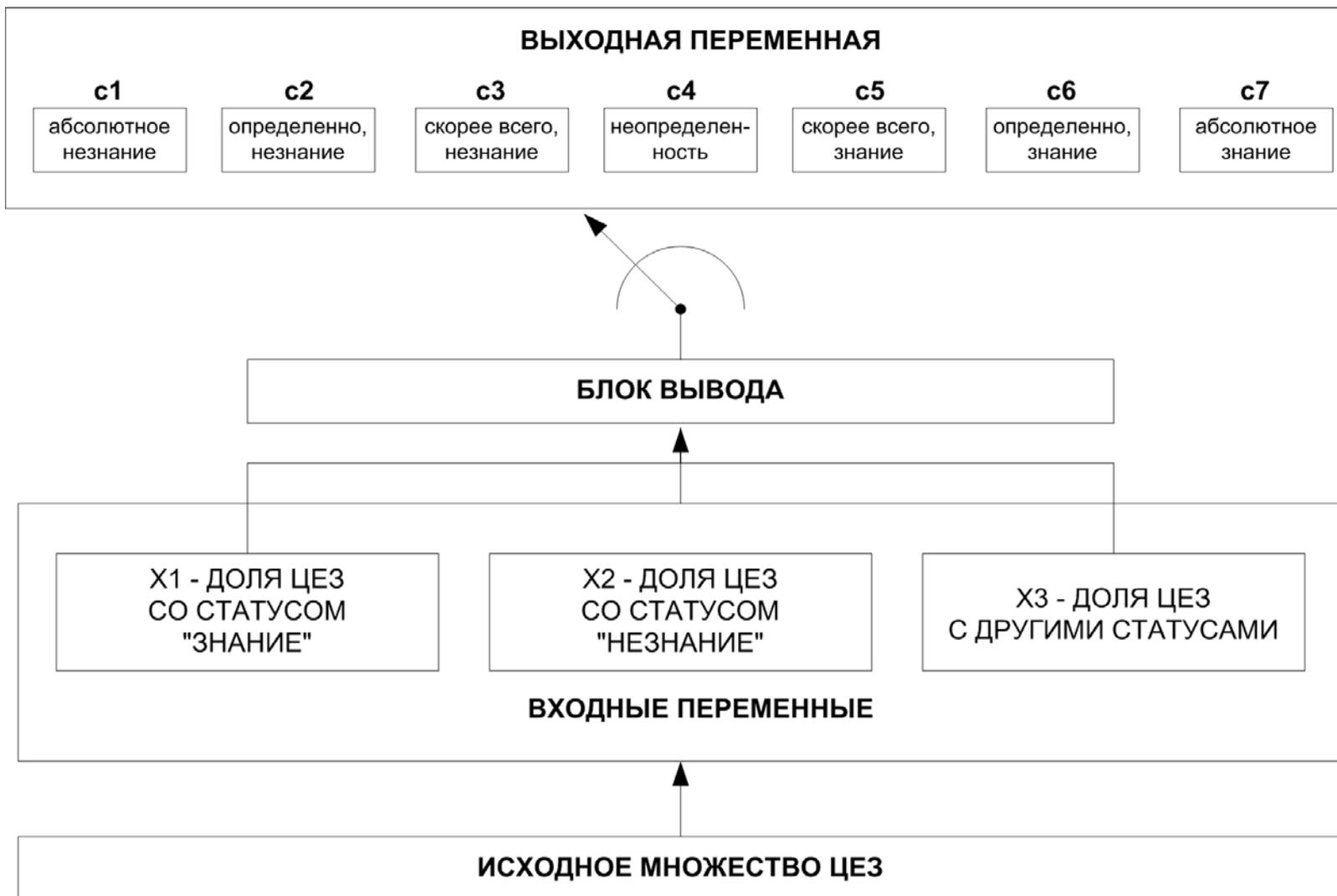
$m_{ЗН.}(l) = 0 \wedge m_{НЕЗН.}(l) > 0$

НЕЗНАНИЕ

$m_{ЗН.}(l) > 0 \wedge m_{НЕЗН.}(l) > 0$

ПРОТИВОРЕЧИЕ

Рассуждения 3-го типа: операция «свертки»

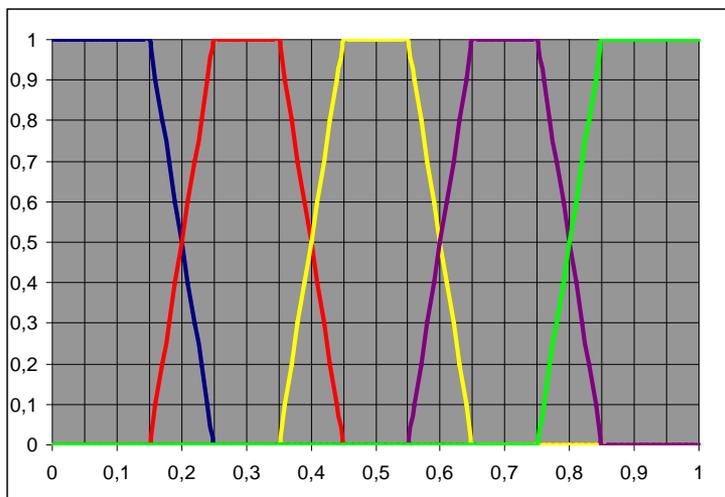


Варианты реализации операции «свертки»

Вариант 1. Использование разности $DX = X_{3H.} - X_{HE3H.}$ $DX \in [-1, 1]$

Вариант 2. Система нечеткого логического вывода

Функции принадлежности:



Правила вывода:

$$\mu^{c1}(X_{3H.}, X_{HE3H.}) = \mu_{X_{3H.}}^{oH} \wedge \mu_{X_{HE3H.}}^{oB}$$

$$\mu^{c2}(X_{3H.}, X_{HE3H.}) = [\mu_{X_{3H.}}^{oH} \wedge \mu_{X_{HE3H.}}^B] \vee [\mu_{X_{3H.}}^H \wedge \mu_{X_{HE3H.}}^B]$$

$$\mu^{c3}(X_{3H.}, X_{HE3H.}) = [\mu_{X_{3H.}}^{oH} \wedge \mu_{X_{HE3H.}}^C] \vee [\mu_{X_{3H.}}^H \wedge \mu_{X_{HE3H.}}^C]$$

$$\mu^{c4}(X_{3H.}, X_{HE3H.}) = [\mu_{X_{3H.}}^{oH} \wedge \mu_{X_{HE3H.}}^H] \vee [\mu_{X_{3H.}}^{oH} \wedge \mu_{X_{HE3H.}}^{oH}] \vee$$

$$[\mu_{X_{3H.}}^H \wedge \mu_{X_{HE3H.}}^H] \vee [\mu_{X_{3H.}}^C \wedge \mu_{X_{HE3H.}}^C] \vee [\mu_{X_{3H.}}^H \wedge \mu_{X_{HE3H.}}^{oH}]$$

$$\mu^{c5}(X_{3H.}, X_{HE3H.}) = [\mu_{X_{3H.}}^C \wedge \mu_{X_{HE3H.}}^H] \vee [\mu_{X_{3H.}}^C \wedge \mu_{X_{HE3H.}}^{oH}]$$

$$\mu^{c6}(X_{3H.}, X_{HE3H.}) = [\mu_{X_{3H.}}^B \wedge \mu_{X_{HE3H.}}^H] \vee [\mu_{X_{3H.}}^B \wedge \mu_{X_{HE3H.}}^{oH}]$$

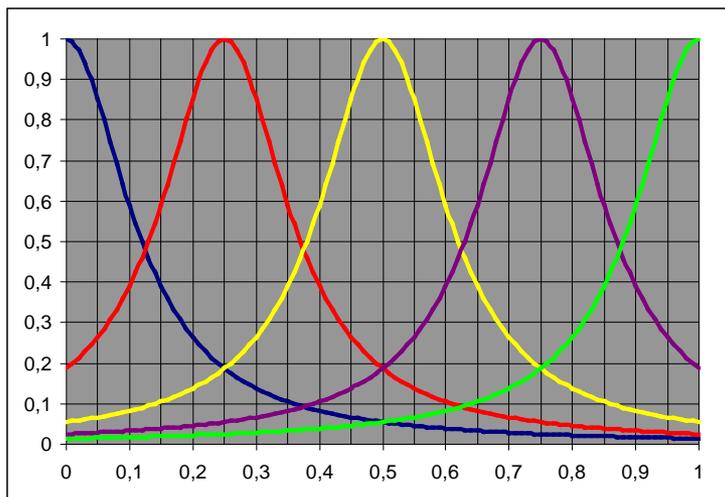
$$\mu^{c7}(X_{3H.}, X_{HE3H.}) = \mu_{X_{3H.}}^{oB} \wedge \mu_{X_{HE3H.}}^{oH}$$

$$f_{TP}(x; a, b, c, d) = \left\{ \begin{array}{ll} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & d \leq x \end{array} \right.$$

Варианты реализации операции «свертки»

Вариант 3. Система нечеткого логического вывода и настраивающий ее генетический алгоритм

Функции принадлежности:



$$\mu(x; a, b) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x-b}{a}\right)^2}$$

Правила вывода:

$$\mu^{c1}(X_{3H.}, X_{HE3H.}, X_{HEOIP.}) = \{w_1 \cdot \mu_{X_{HE3H.}}^{oB}\} \vee \{w_2 \cdot [\mu_{X_{HE3H.}}^B \wedge \mu_{X_{3H.}}^{oH}]\}$$

$$\mu^{c2}(X_{3H.}, X_{HE3H.}, X_{HEOIP.}) = w_3 \cdot [\mu_{X_{HE3H.}}^B \wedge \mu_{X_{3H.}}^H]$$

$$\mu^{c3}(X_{3H.}, X_{HE3H.}, X_{HEOIP.}) = \{w_4 \cdot [\mu_{X_{HE3H.}}^C \wedge \mu_{X_{3H.}}^H]\} \vee \{w_5 \cdot [\mu_{X_{HE3H.}}^C \wedge \mu_{X_{3H.}}^{oH}]\} \vee \{w_6 \cdot [\mu_{X_{HE3H.}}^H \wedge \mu_{X_{3H.}}^{oH}]\}$$

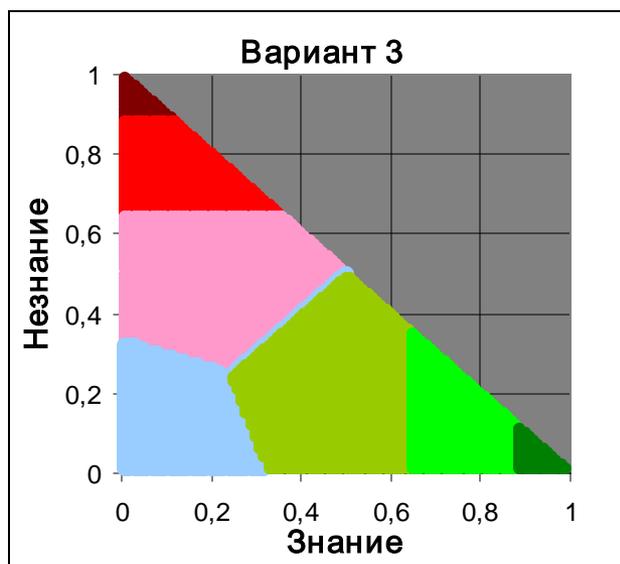
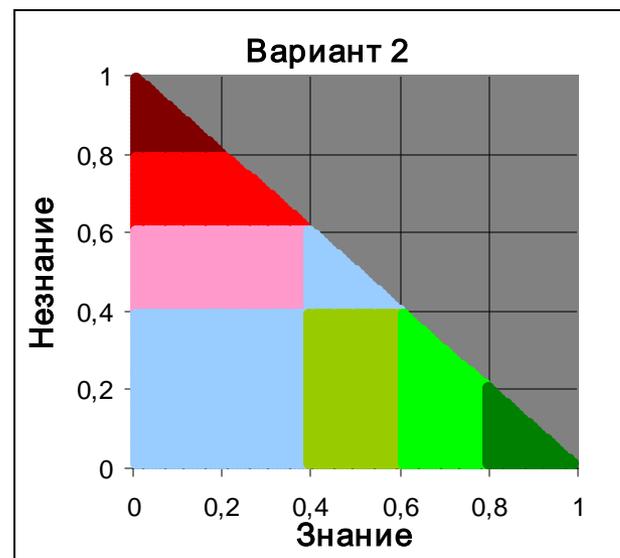
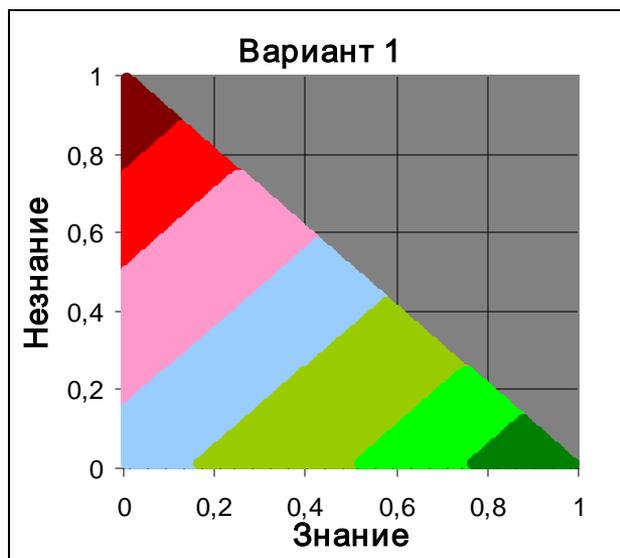
$$\mu^{c4}(X_{3H.}, X_{HE3H.}, X_{HEOIP.}) = w_7 \cdot \mu_{X_{HEOIP.}}^{oB}$$

$$\mu^{c5}(X_{3H.}, X_{HE3H.}, X_{HEOIP.}) = \{w_4 \cdot [\mu_{X_{3H.}}^C \wedge \mu_{X_{HE3H.}}^H]\} \vee \{w_5 \cdot [\mu_{X_{3H.}}^C \wedge \mu_{X_{HE3H.}}^{oH}]\} \vee \{w_6 \cdot [\mu_{X_{3H.}}^H \wedge \mu_{X_{HE3H.}}^{oH}]\}$$

$$\mu^{c6}(X_{3H.}, X_{HE3H.}, X_{HEOIP.}) = w_3 \cdot [\mu_{X_{3H.}}^B \wedge \mu_{X_{HE3H.}}^H]$$

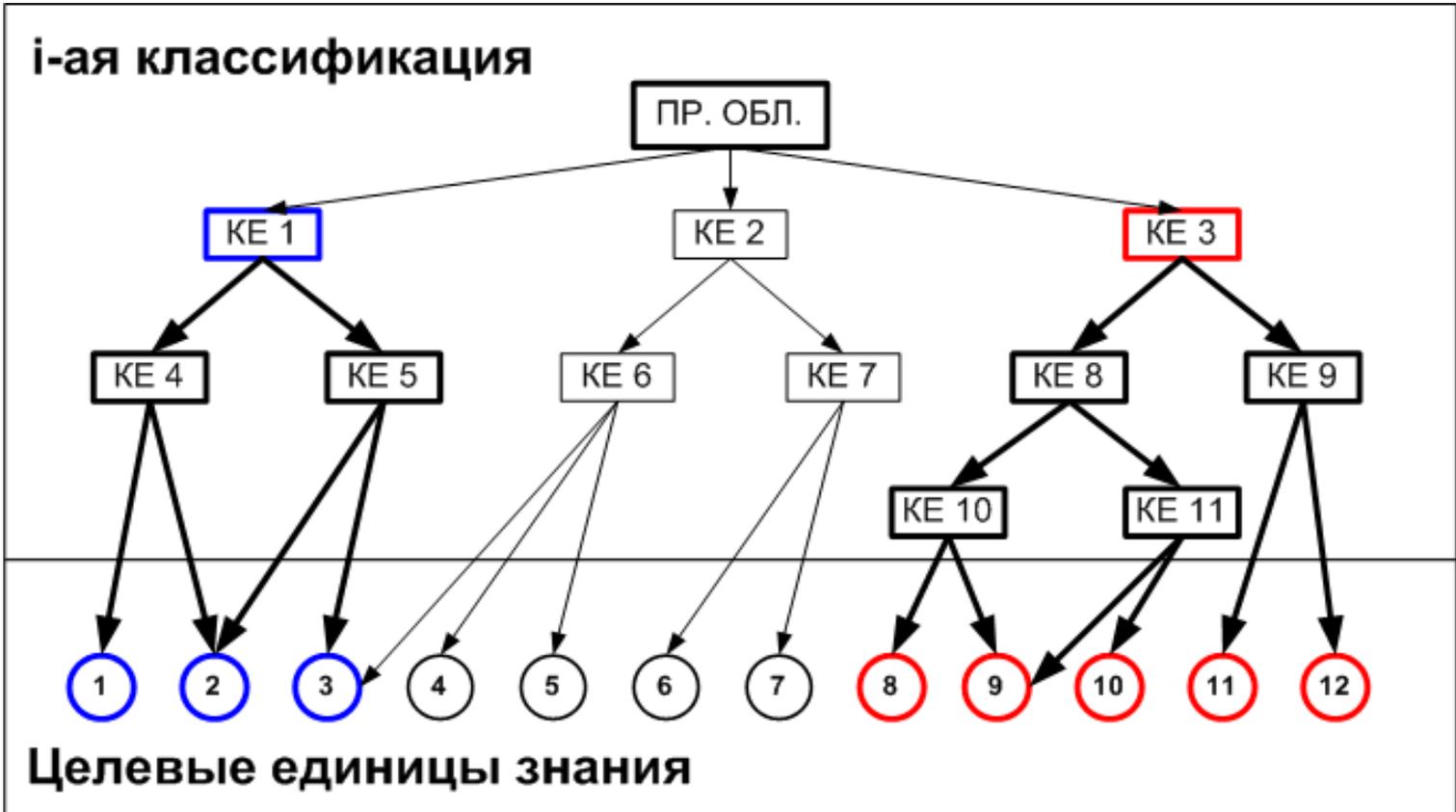
$$\mu^{c7}(X_{3H.}, X_{HE3H.}, X_{HEOIP.}) = \{w_1 \cdot \mu_{X_{3H.}}^{oB}\} \vee \{w_2 \cdot [\mu_{X_{3H.}}^B \wedge \mu_{X_{HE3H.}}^{oH}]\}$$

Варианты реализации операции «свертки»



-  Абсолютное незнание
-  Определенно, незнание
-  Скорее всего, незнание
-  Неопределенность
-  Скорее всего, знание
-  Определенно, знание
-  Абсолютное знание

Определение множества ЦЕЗ, соответствующих данной КЕ (примеры)



Форма для выполнения структурного анализа знаний

Система выявления и анализа знаний [ОСНОВЫ ИНФОРМАТИКИ] - [Модель персональных знаний]

Модель знаний Компоненты Анализ Диалог Справка

Модель персональных знаний

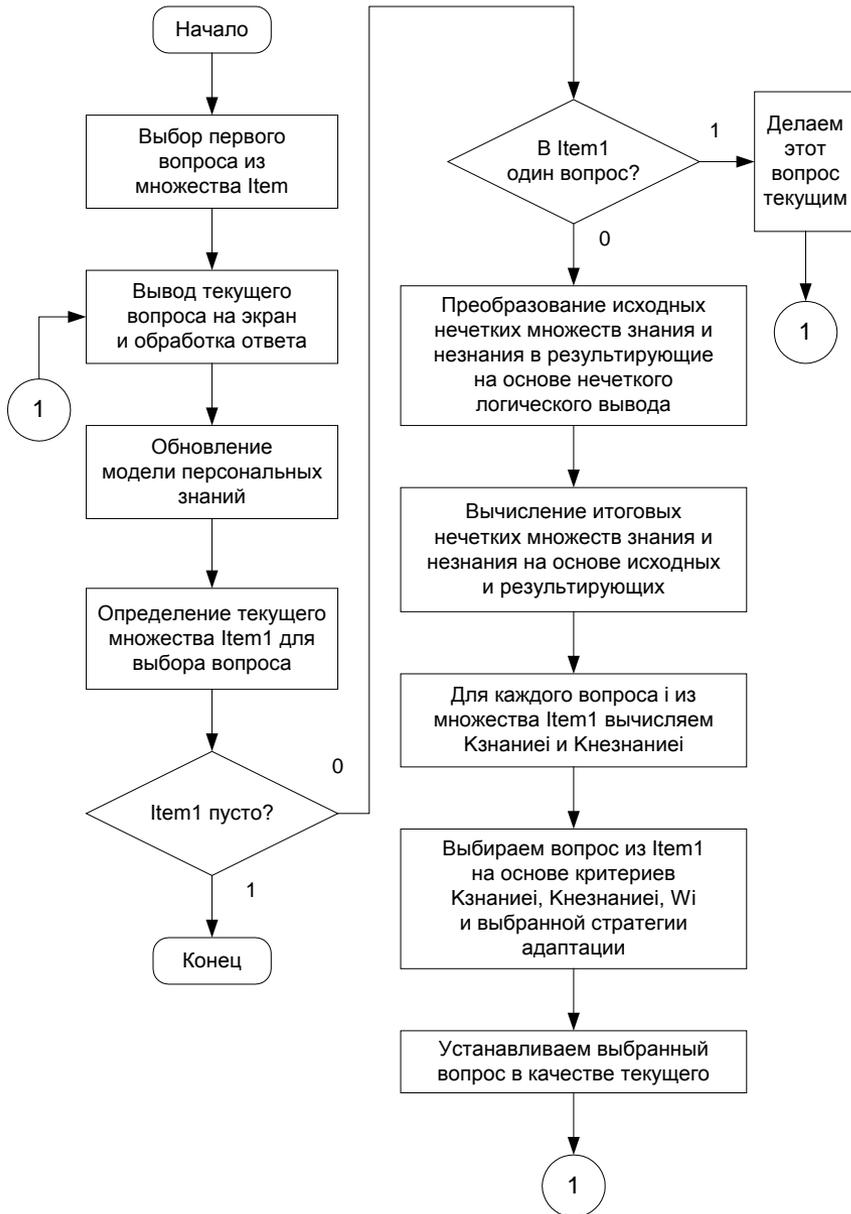
Классификация: Тематическая классификация (вариант 1) Расчет Показать Раскрыть все узлы

Показывать названия связей

Название	Статус	% заданных вопросов
ИНФОРМАТИКА	скорее всего, знание	84
ОСНОВЫ ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ	скорее всего, знание	95
Понятие информации	скорее всего, знание	90
Количество информации	неопределенность	100
Энтропия	скорее всего, знание	100
Единицы измерения информации	определенно, знание	100
Теория передачи информации	абсолютное незнание	100
Системы счисления	абсолютное знание	83
ЧТО ТАКОЕ КОМПЬЮТЕР	скорее всего, знание	67
Понятие компьютера	скорее всего, знание	75
Классификация компьютеров	скорее всего, незнание	50
АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЬЮТЕРА	определенно, знание	100
Устройства ввода информации	скорее всего, знание	100
Устройства вывода информации	абсолютное знание	100
Процессоры	абсолютное знание	100
Запоминающие устройства	абсолютное знание	100
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЬЮТЕРА	определенно, знание	100
Операционные системы	определенно, знание	100
АЛГОРИТМИЗАЦИЯ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ	скорее всего, знание	78
Основы алгоритмизации и программирования	скорее всего, знание	87
Структуры данных	скорее всего, знание	53
Язык ассемблера	скорее всего, знание	67
Язык программирования Basic	неопределенность	100
Язык программирования Pascal	скорее всего, знание	80
Язык программирования C	скорее всего, знание	62
Язык программирования C++	неопределенность	71

Закреть

Рассуждения 4-го типа: механизм адаптации



$$Z_{3H.} = \{l \in L : f_L(l) = \text{"знание"}\} \quad Z_{HE3H.} = \{l \in L : f_L(l) = \text{"незнание"}\}$$

$$C_d^{нижн.} = \{c \in C : f_{CD}(c) = d \wedge (\neg \exists cp \in C : (c, cp) \in R_{CC})\}$$

$$CU_j = \{l \in L : \exists (c_j, l) \in R_{CLd}\} \quad 1 \leq j \leq |C_d^{нижн.}| \quad |C_d^{нижн.}| = K$$

$$QL_i = \{l \in f^{3H.}(q_i)\} \quad 1 \leq i \leq N$$

$$\mu_j^{3H.} = \frac{|Z_{3H.} \cap CU_j|}{|CU_j|} \quad \mu_j^{HE3H.} = \frac{|Z_{HE3H.} \cap CU_j|}{|CU_j|}$$

$$\theta_{исх.}^{3H.} = \{ \langle c_1, \mu_1^{3H.} \rangle, \langle c_2, \mu_2^{3H.} \rangle, \dots, \langle c_K, \mu_K^{3H.} \rangle \}$$

$$\theta_{исх.}^{HE3H.} = \{ \langle c_1, \mu_1^{HE3H.} \rangle, \langle c_2, \mu_2^{HE3H.} \rangle, \dots, \langle c_K, \mu_K^{HE3H.} \rangle \}$$

$$\theta_{рез.}^{3H.} = \theta_{исх.}^{3H.} \circ \tilde{R}_d^{3H.} \quad \theta_{рез.}^{HE3H.} = \theta_{исх.}^{HE3H.} \circ \tilde{R}_d^{HE3H.}$$

$$\theta_{рез.}^{3H.} = \{ \langle c_1, \beta_1^{3H.} \rangle, \langle c_2, \beta_2^{3H.} \rangle, \dots, \langle c_K, \beta_K^{3H.} \rangle \}$$

$$\theta_{рез.}^{HE3H.} = \{ \langle c_1, \beta_1^{HE3H.} \rangle, \langle c_2, \beta_2^{HE3H.} \rangle, \dots, \langle c_K, \beta_K^{HE3H.} \rangle \}$$

$$\theta_{умог.}^{3H.} = \{ \langle c_1, \lambda_1^{3H.} \rangle, \langle c_2, \lambda_2^{3H.} \rangle, \dots, \langle c_K, \lambda_K^{3H.} \rangle \}$$

$$\theta_{умог.}^{HE3H.} = \{ \langle c_1, \lambda_1^{HE3H.} \rangle, \langle c_2, \lambda_2^{HE3H.} \rangle, \dots, \langle c_K, \lambda_K^{HE3H.} \rangle \}$$

$$\alpha_i^j = \begin{cases} 1, & QL_i \cap CU_j \neq \emptyset \\ 0, & QL_i \cap CU_j = \emptyset \end{cases} \quad K_i^\Psi = \frac{\sum_{j:\alpha_i^j=1} \lambda_j^\Psi}{\text{Count}(j)}$$

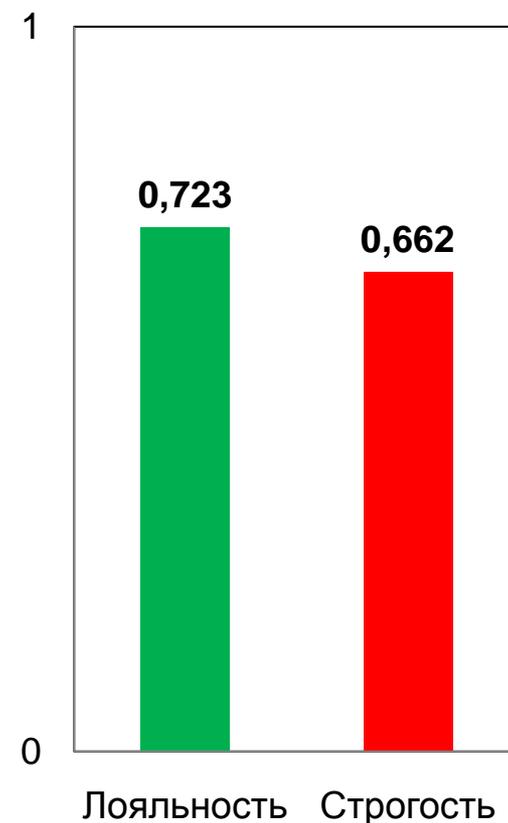
$$\Psi \in \{3H.; HE3H.\}$$

Критерии эффективности адаптации

$$K_{ML} = \frac{N^{АДАПТ+} - N^{СЛ+}}{N}$$

$$K_{МС} = \frac{N^{АДАПТ-} - N^{СЛ-}}{N}$$

№	ЭФФЕКТИВНОСТЬ АДАПТАЦИИ							
	Стратегия адаптации:							
	МАКСИМАЛЬНАЯ ЛОЯЛЬНОСТЬ				МАКСИМАЛЬНАЯ СТРОГОСТЬ			
	Использование нечеткого логического вывода для "расширения" областей знания и незнания (НЕТ, ДА):							
	НЕТ		ДА		НЕТ		ДА	
	Способ решения задачи многокритериального выбора (1, 2)							
	1	2	1	2	1	2	1	2
1	0,713	0,695	0,718	0,704	0,711	0,631	0,759	0,711
2	0,671	0,729	0,687	0,728	0,637	0,622	0,658	0,641
3	0,746	0,759	0,781	0,745	0,621	0,629	0,672	0,657
Ср. знач.	0,710	0,728	0,729	0,726	0,656	0,627	0,696	0,670
Ср. знач.	0,719		0,727		0,642		0,683	
Ср. знач.	0,723				0,662			



Дополнительные модели и алгоритмы

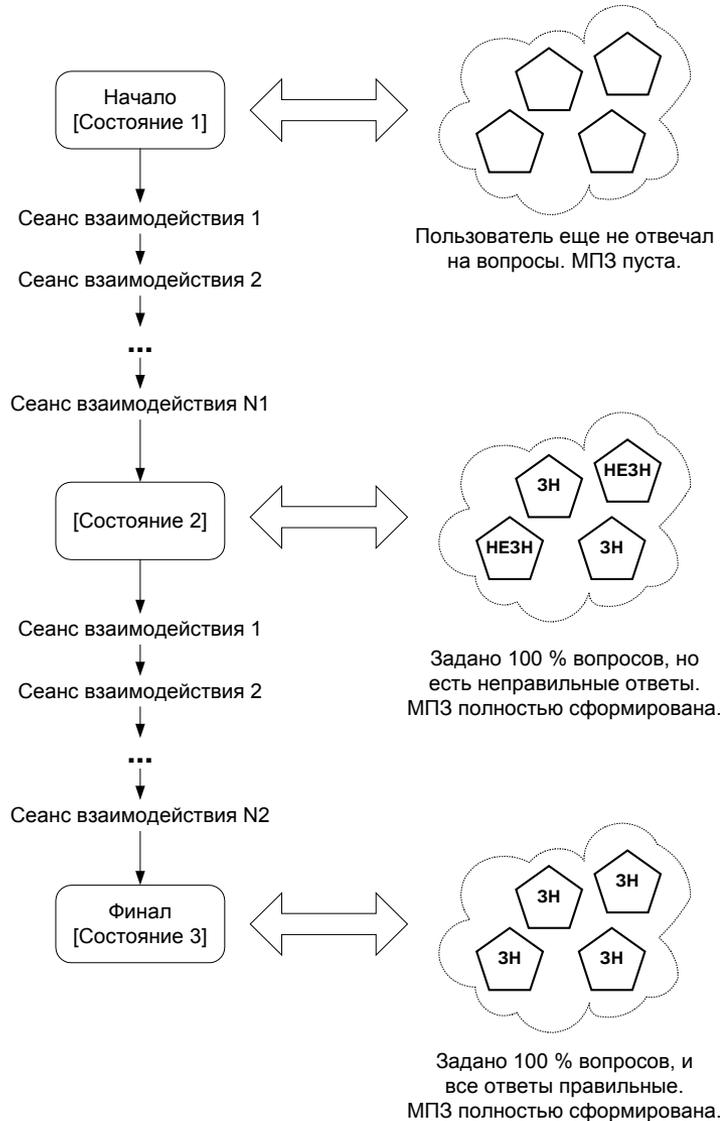
1. Алгоритм анализа ответа на вопрос с учетом опечаток – основан на вычислении взвешенного расстояния между строками с помощью алгоритма Вагнера-Фишера.
2. Модели отбора подмножеств вопросов. Предлагается 3 варианта решения задачи формирования подмножества вопросов: 1) Подмножество непосредственно задается экспертом; 2) Отбор подмножества происходит на основе некоторой классификации предметной области и подмножества КЕ этой классификации; 3) Отбор подмножества происходит в результате решения задачи оптимизации, которая формализована в виде задачи линейного программирования с булевыми переменными.
3. Модель вычисления различных интегральных числовых характеристик базы знаний о предметной области.
4. Модель уменьшения количества ЦЕЗ, имеющих статус «противоречие», на основе решения задачи многокритериальной порядковой экспертной классификации.
5. Инфологическая и даталогическая модели базы данных.
6. Алгоритмы импорта основного объема описания базы знаний предметной области в БД из файлов MS Word.

Методика АКЗ

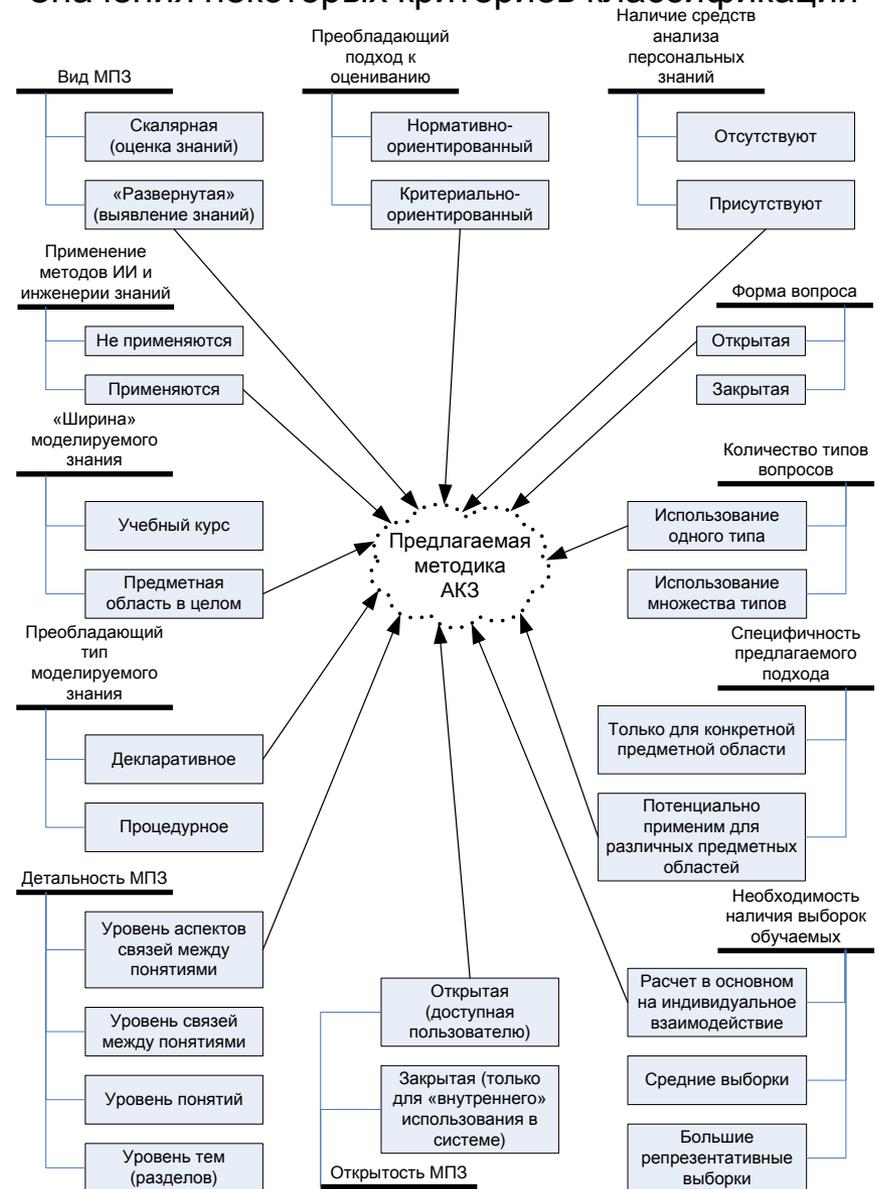


Методика АКЗ

Модель применения АСКЗ



Значения некоторых критериев классификации

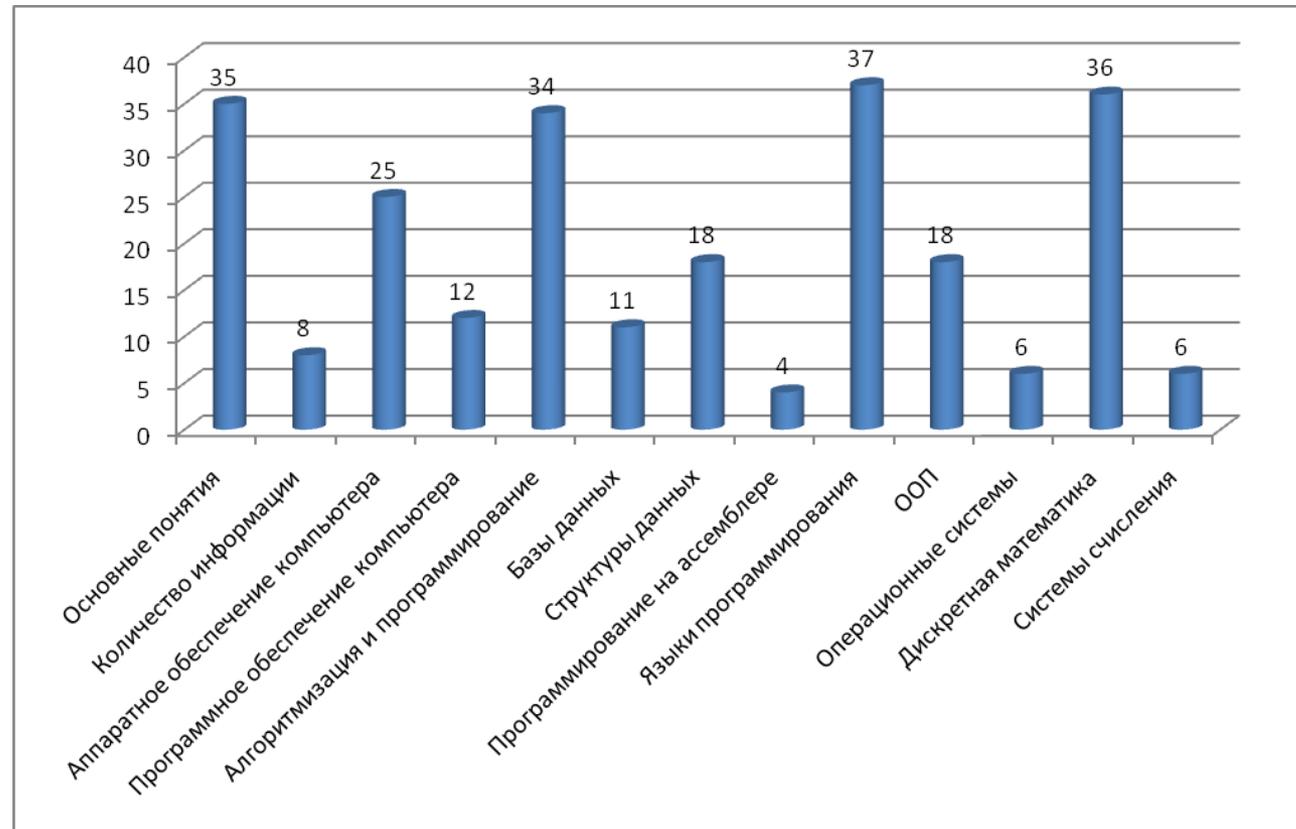


База знаний предметной области «Основы информатики»

Значения некоторых параметров:

№	Название параметра	Значение
1	Число фигур знания (вопросов)	250
2	Число элементов модели знания	431
3	Число ЦЕЗ	494
4	Число связей «Фигура знания – ЦЕЗ»	1146
5	Среднее число вопросов на одну ЦЕЗ	1,295

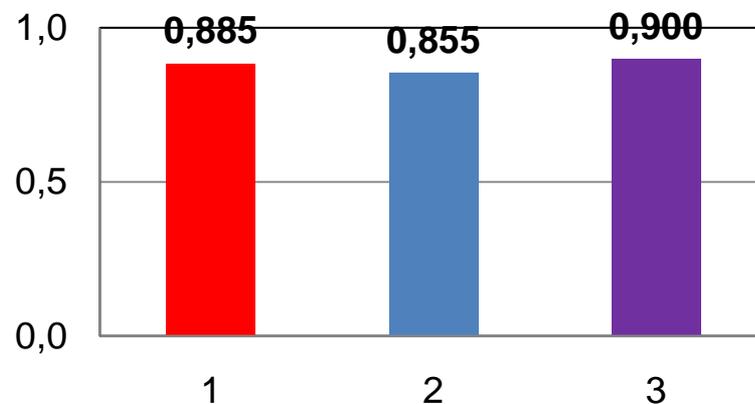
Распределение вопросов по когнитивным областям:



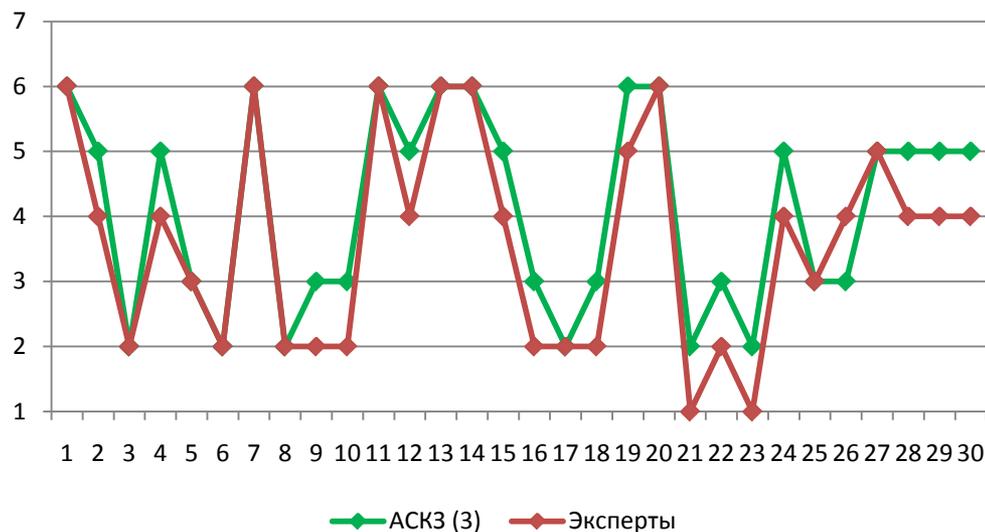
Экспериментальное исследование валидности выявления знаний

№	N(анк.)	Нпр.	C1	C2	C3	Э1	Э2	Э3	Эср.
1	1	14	5	6	6	6	6	6	6
2	2	12	5	6	5	5	4	4	4
3	3	3	2	2	2	2	2	2	2
4	6	10	4	4	5	4	4	4	4
5	8	8	4	4	3	3	3	2	3
6	9	5	3	2	2	2	2	2	2
7	13	17	6	7	6	6	7	6	6
8	16	2	2	2	2	2	2	2	2
9	17	6	3	3	3	3	2	2	2
10	18	6	3	3	3	3	2	2	2
11	22	14	5	6	6	6	6	6	6
12	26	12	5	6	5	5	4	4	4
13	28	17	7	7	6	6	7	6	6
14	32	16	6	7	6	6	6	6	6
15	35	10	4	5	5	4	4	4	4
16	44	5	3	3	3	2	2	2	2
17	48	4	3	2	2	2	2	2	2
18	51	4	3	2	3	2	2	2	2
19	53	13	5	6	6	5	5	4	5
20	55	15	6	6	6	6	6	6	6
21	56	1	1	1	2	2	1	1	1
22	57	7	3	3	3	3	2	2	2
23	64	1	2	2	2	2	1	1	1
24	66	9	5	5	5	4	4	3	4
25	67	7	3	2	3	3	3	2	3
26	69	8	4	4	3	4	4	3	4
27	102	13	5	6	5	5	6	5	5
28	201	11	5	5	5	4	4	4	4
29	204	9	4	4	5	4	4	3	4
30	302	11	4	4	5	4	4	4	4

Значения коэффициента ранговой корреляции Кендалла для 3-х вариантов реализации операции «свертки»:



Решения экспертов и АСКЗ для варианта 3:



Экспериментальное исследование механизма адаптации

«Виртуальная» конфигурация:

$$X_i^{virt} = \{V_i^{250}, \tilde{R}_{d(virt)_i}^{3H.}, \tilde{R}_{d(virt)_i}^{HE3H.}\}$$

Критерии, потенциально влияющие на эффективность адаптации:

$$K_i^1 = \frac{\sum_{c_j \in C_d^{нижн.}} d_{ij}^*}{K} \quad K_i^2 = \frac{\sum_{\Psi \in \{3H., HE3H.\} \text{ IsCorrectRule}_i^\Psi(j,k)=True} \sum A_i^\Psi(j,k)}{\sum_{\Psi \in \{3H., HE3H.\} \text{ IsRule}_i^\Psi(j,k)=True} \sum A_i^\Psi(j,k)}$$

Обобщенная схема алгоритма случайной генерации «виртуальных» конфигураций:

for K1Value := 0 to 10 do
begin

for KEConfIndex := 0 to $(2^K - 1)$ do
begin

генерация $\tilde{R}_{d(virt)_i}^{3H.}$, $\tilde{R}_{d(virt)_i}^{HE3H.}$;

перевод KEConfIndex в двоичное представление;

генерация X_i^{virt} на основе

двоичного представления KEConfIndex;

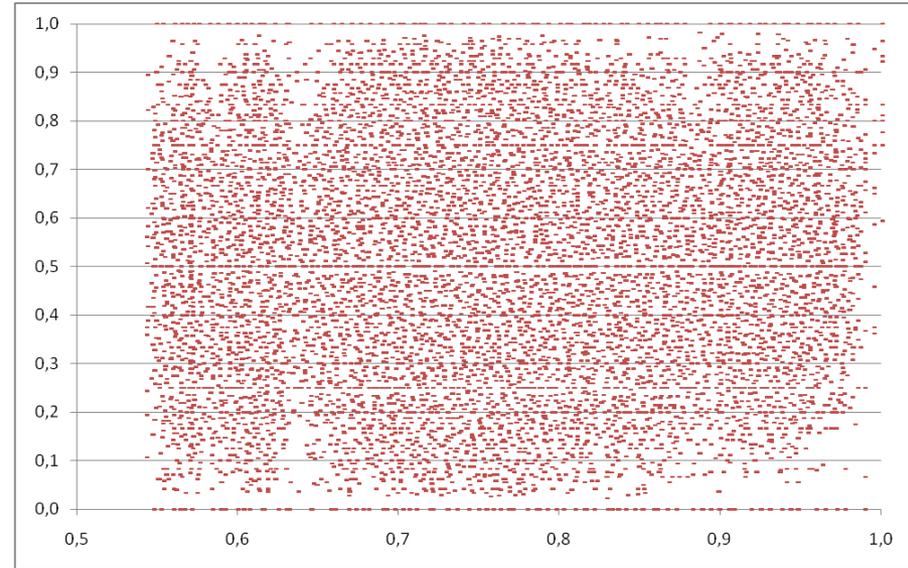
вычисление координат точки (K_i^1, K_i^2) ,

соответствующей X_i^{virt} ;

end

end

Пример множества точек (K_i^1, K_i^2) для 7387 «виртуальных» конфигураций:

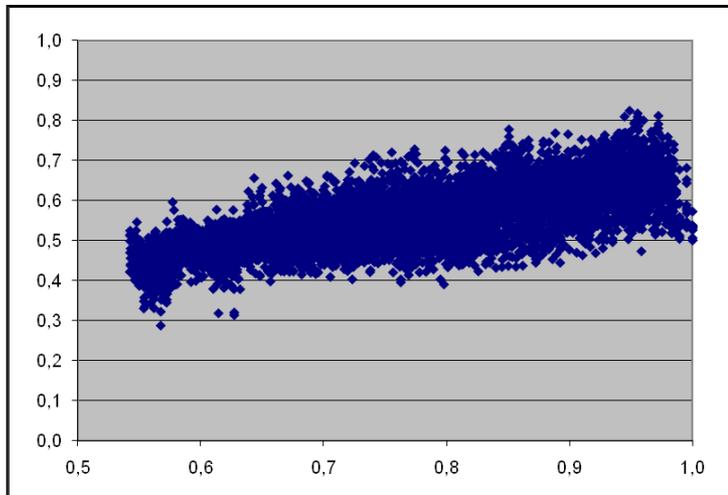


Общее число запусков алгоритма адаптации, выполненных в ходе проведения эксперимента:
884940.

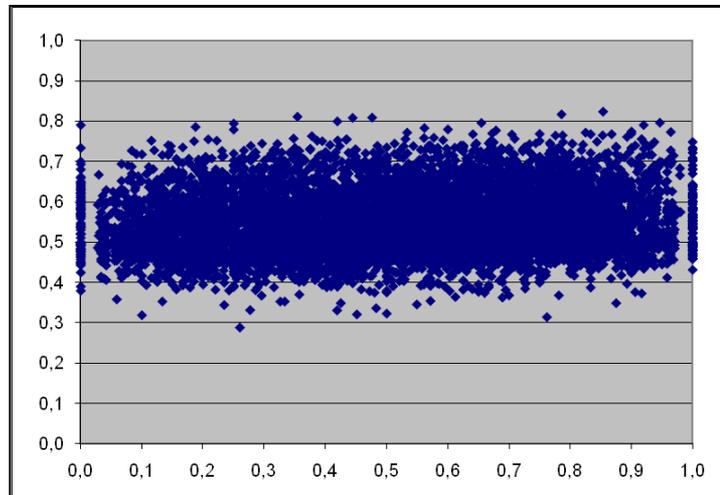
Общее число вопросов, заданных «виртуальным» субъектам в ходе проведения эксперимента:
22123500.

Экспериментальное исследование механизма адаптации

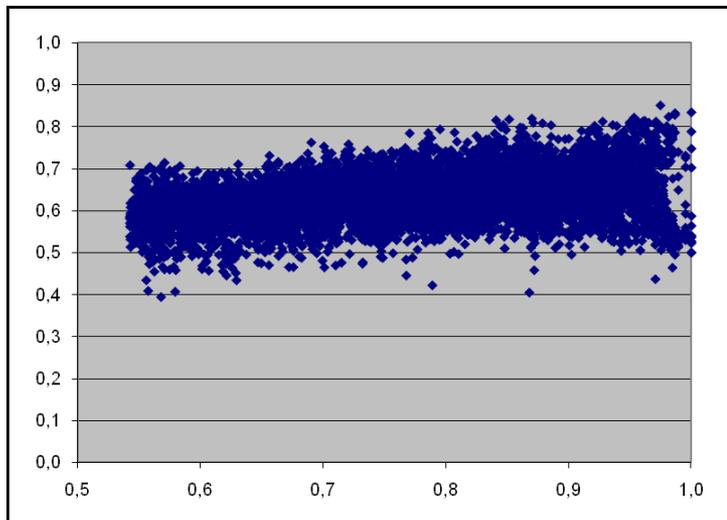
Зависимость $K_{ML} = f(K_i^1)$, 7352 конфигурации



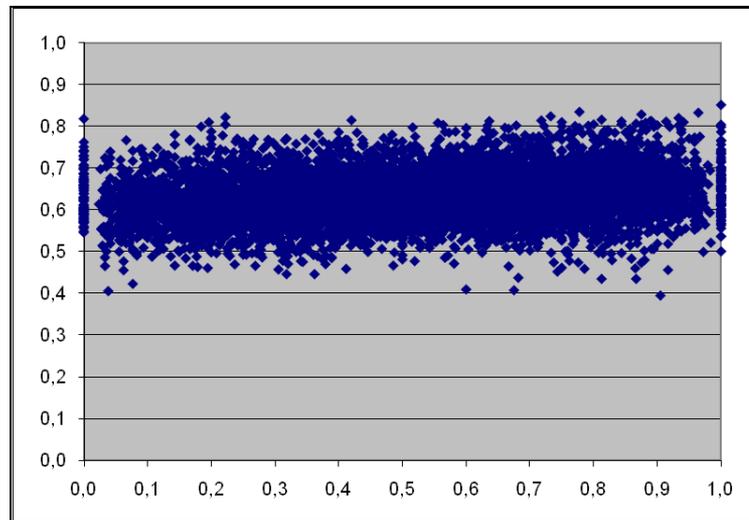
Зависимость $K_{ML} = f(K_i^2)$, 7352 конфигурации



Зависимость $K_{MC} = f(K_i^1)$, 7397 конфигураций



Зависимость $K_{MC} = f(K_i^2)$, 7397 конфигураций



Практическая ценность работы

- Разработанный программный продукт, который является оболочкой системы, основанной на знаниях, позволяет создавать АСКЗ в различных предметных областях путем «наполнения» базы знаний системы.
- Разработана база знаний предметной области «Основы информатики», и АСКЗ на основе этой базы знаний.
- Материалы проведенного исследования были использованы в учебном процессе кафедры ИУ-5 МГТУ им. Баумана.

Выводы

1. Проведены анализ и классификация существующих методов и моделей АКЗ, а также моделей представления знаний и моделей рассуждений, используемых для решения задачи АКЗ.
2. Разработана новая модель представления знаний о предметной области, и, на ее основе – модель представления персональных знаний – для решения задачи АКЗ.
3. Разработаны новые модели рассуждений для решения задачи АКЗ, основанные на имитации различных типов рассуждений человека-эксперта, осуществляющего контроль знаний.
4. На основе предложенных моделей представления знаний и имитации рассуждений разработана новая методика АКЗ, ориентированная на решение задачи формирования содержательного, структурного описания персональных знаний пользователя АСКЗ, с учетом устранения описанных выше недостатков в существующих подходах к решению этой задачи
5. Разработана и апробирована программная система, реализующая предлагаемую методику АКЗ.
6. Проведены экспериментальные исследования предлагаемой методики АКЗ, которые подтвердили валидность выявления знаний и высокий уровень эффективности механизма адаптации.



Спасибо за внимание!