

УДК 681.5

М.Н. Бухаров¹

M.N. Bukharov

ПЛАТФОРМА ДЛЯ СОЗДАНИЯ БАЗ ЗНАНИЙ БОЛЬШОГО ОБЪЕМА НА ОСНОВЕ ГИБРИДНОГО ИНТЕЛЛЕКТА

THE PLATFORM FOR CREATION OF LARGE VOLUME KNOWLEDGE BASES ON THE BASIS OF HYBRID INTELLIGENCE

Разработаны методы и средства для создания баз знаний большого объема как систем гибридного интеллекта. Описана технология создания таких систем. Разработан интернет-портал, реализующий платформу для создания конкретных баз знаний. Приведены примеры использования разработанной платформы.

Ключевые слова: система гибридного интеллекта, база знаний, платформа для баз знаний большого объема.

The methods and means for creation of knowledge bases of large volume as systems of hybrid intelligence are developed. The technology of creation of such systems is described. The Internet portal that realize the platform for creation of concrete knowledge bases is developed. Here are given some examples of the developed platform use.

Keywords: system of hybrid intelligence, knowledge base, platform for knowledge bases of large volume.

Введение

Нами разработана расширяемая операционная среда (кратко РОС или ROS) [1]. РОС построена как система гибридного интеллекта [2–5]. В сети Интернет РОС размещается по адресу <http://www.ros.iicenter.ru>

На основе РОС была разработана платформа для создания баз знаний большого объема [6; 7]. Платформа получила название Мировая библиотека знаний (кратко МБЗ или WKL). Для пользователя МБЗ представлена в виде интернет-портала. МБЗ размещается по адресу <http://www.wkl.iicenter.ru>

В статье описаны методы и средства для создания баз знаний большого объема как систем гибридного интеллекта, разработанные в проектах РОС и МБЗ (см. <http://www.iicenter.ru>). Описана технология создания таких систем. Приведены примеры создания баз знаний.

¹ Кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник, доцент кафедры ТСиИБ АНО ВО «Российский новый университет».

© Бухаров М.Н., 2017.

Система гибридного интеллекта

Система гибридного интеллекта (СГИ) – это информационная система с уникальной архитектурой. Для описания архитектуры СГИ воспользуемся понятием «функционально-структурная схема информационной системы», введенным автором в 1987 году в кандидатской диссертации (см. <http://www.rsl.ru/ru> Российская государственная библиотека, Технология программирования для систем автоматизации экспедиционных радиофизических экспериментов: диссертация ... кандидата технических наук : 01.04.01 / Бухаров Михаил Николаевич. – Москва, 1987. – 237 с. : ил. Хранение: 61 88-5/3431; 9 88-1/1247-4; 9 88-1/1248-2). Функционально-структурная схема информационной системы – это перечень подсистем и модулей, из которых состоит система с описанием выполняемых ими функций и взаимодействия между ними в основных режимах работы системы. В докторской диссертации (см. <http://www.rsl.ru/ru> Российская государственная библиотека, Управление человеко-машинными комплексами на основе гибридного интеллекта

та : диссертация ... доктора технических наук : 05.13.10. / Бухаров Михаил Николаевич. – Москва, 2012. – 356 с. : 53 ил. Хранение: 9 11-6/2263) автор использует это понятие для определения архитектуры систем гибридного интеллекта на основе процессов.

СГИ на основе процессов создается как иерархическая многоуровневая система. В качестве основы на первом уровне используются библиотеки готовых программ, реализующие исполнительную среду для работы системы. На втором уровне система управления человеко-машинным комплексом представляется состояниями процессов, аккумулирующими логику работы комплекса, на третьем – совокупностью взаимодействующих процессов, а на четвертом – функциональными подсистемами, реализующими стратегию и тактику управления человеко-машинным комплексом [3–5]. Основным режим работы СГИ – это управление деятельностью. В этом режиме: функциональные подсистемы (сотрудники и их автоматизированные рабочие места (АРМ)) передают информацию о состоянии деятельности в процессы; процессы в зависимости от поступившей информации выдают те или иные команды в АРМы; АРМы, при необходимости, транслируют эти команды сотрудникам; сотрудники выполняют команды и передают ответы через АРМы в процессы; процессы в зависимости от ответов, поступивших от АРМов, выдают в АРМы новые команды и т.д.

Структура системы гибридного интеллекта S имеет четыре уровня:

$$S = \langle S_1, S_2, S_3, S_4 \rangle, \quad (1)$$

где S_1 – библиотеки готовых программ, реализующие исполнительную среду для работы системы;

S_2 – состояния процессов, аккумулирующих логику работы системы;

S_3 – совокупность взаимодействующих процессов;

S_4 – функциональные подсистемы, реализующие стратегию и тактику управления.

Обозначим библиотеки готовых программ, реализующие исполнительную среду для работы системы гибридного интеллекта, $S_1 = \{d_i\}$, где d_i – i -я библиотека готовых программ; состояния процессов, аккумулирующих логику работы системы гибридного интеллекта, $S_2 = \{\tau_{i,j}\}$, где $\tau_{i,j}$ – состояние i процесса j ; совокупность взаимодействующих процессов, $S_3 = \{p_{n,m}\}$, где $p_{n,m}$ – процесс m функциональной подсистемы n ; функциональные подсистемы, $S_4 = \{s_i\}$, где s_i – функциональная подсистема i .

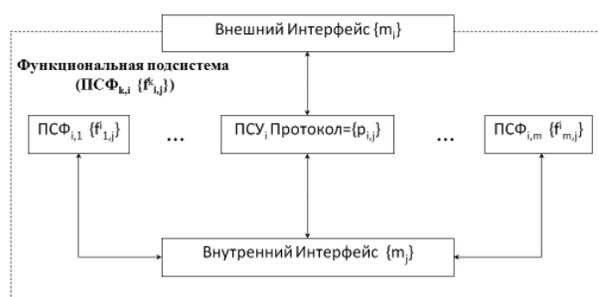


Рис. 1. Функциональная подсистема системы гибридного интеллекта

Примечание. ПСФ_{k,i} – функциональная подсистема i в ПСФ_{n,k}; ПСУ_i – подсистема управления в ПСФ_{k,i}; $p_{i,j}$ – процесс j в ПСУ_i; m_i – сообщение i ; $f_{m,j}^i$ – функциональный модуль j в ПСФ_{i,m}.

Функциональная подсистема в общем случае имеет сложную иерархическую структуру (см. рис. 1). На k -м уровне i -я функциональная подсистема $s_{k,i}$ включает подсистему управления, состоящую из нескольких процессов $\{p_{i,j}\}$, нескольких функциональных подсистем $\{s_{i,j}\}$ и нескольких функциональных модулей $\{f_{i,j}\}$:

$$s_{k,i} = \langle \{p_{i,j}\}, \{s_{i,j}\}, \{f_{i,j}\} \rangle, \quad (2)$$

где $p_{i,j}$ – j -й процесс i -й функциональной подсистемы; $s_{i,j}$ – j -я функциональная подсистема в составе i -й функциональной подсистемы; $f_{i,j}$ – j -й функциональный модуль i -й функциональной подсистемы.

Функциональная подсистема может быть автоматизированным рабочим местом участника деятельности. В этом случае сам участник деятельности (сотрудник или контрагент) также является частью функциональной подсистемы (одним из ее функциональных модулей).

Подсистема управления реализует протокол взаимодействия функциональных подсистем одного уровня с помощью множества процессов. Процессы обмениваются сообщениями с функциональными подсистемами через внутренний интерфейс.

Подсистема управления получает задания от внешней функциональной подсистемы и отправляет ответы через внешний интерфейс. Регламенты этого вертикального взаимодействия функциональных подсистем реализуются процессами подсистем управления смежных по вертикали уровней.

Таким образом, более детально, на уровне k каждая i -я функциональная подсистема $s_{k,i}$ представляется как кортеж из подсистемы управления (множество процессов $\{p_{i,j,p}\}$), нескольких функциональных подсистем следующего нижнего уровня $\{s_{i,j_s}\}$, внутреннего $\{m_{i,j_i}\}$ и внешнего

$\{m_{i,j_2}\}$ интерфейсов, множества функциональных модулей $\{f_{i,j_f}\}$:

$$s_{k,i} = \langle \{p_{i,j_p}\}, \{s_{i,j_s}\}, \{m_{i,j_1}\}, \{m_{i,j_2}\}, \{f_{i,j_f}\} \rangle. \quad (3)$$

Внутренний интерфейс $\{m_{i,j_1}\}$ подсистемы $s_{k,i}$ является в то же время внешним интерфейсом для функциональных подсистем следующего нижнего уровня $\{s_{i,j_s}\}$ и т.д.

База знаний

Имеется множество объектов, представленных в электронном виде. Это книги, фотографии, рисунки, паспорта людей, карты местностей, планы помещений и другие электронные описания объектов реального мира или сами электронные объекты. Обозначим это множество как:

$$A = \{a_i\}. \quad (4)$$

База знаний представляет собой множество метаобъектов. Метаобъект – это некоторый текст, представляющий собой определение, понятие или какое-либо другое описание. Обозначим множество метаобъектов как:

$$B = \{b_i\}. \quad (5)$$

Метаобъект может быть связан с одним или несколькими объектами. Связь метаобъекта и объекта имеет тип. Обозначим множество всех типов связей метаобъекта и объекта как:

$$T^{(b,a)} = \{t_i^{(b,a)}\}. \quad (6)$$

Конкретную связь метаобъекта с объектом будем называть связкой и обозначать как кортеж вида:

$$\langle b_i, t_j^{(b,a)}, a_k \rangle. \quad (7)$$

Метаобъект имеет тип. Множество типов метаобъектов обозначим как:

$$T^{(b)} = \{t_i^{(b)}\}. \quad (8)$$

Между метаобъектами могут быть установлены связи. Связь между двумя метаобъектами имеет тип. Обозначим множество типов всех связей между двумя метаобъектами как:

$$T^{(b,b)} = \{t_i^{(b,b)}\}. \quad (9)$$

Конкретную связь между двумя метаобъектами будем называть связкой и обозначать как кортеж вида:

$$\langle b_i, t_j^{(b,b)}, b_k \rangle. \quad (10)$$

Метаобъект может иметь одно или несколько ключевых слов. Ключевое слово – это одно слово или словосочетание в виде строки текста. Обозначим множество всех ключевых слов базы знаний как:

$$W = \{w_i\}. \quad (11)$$

Ключевые слова одного метаобъекта – это подмножество всех ключевых слов базы знаний.

Множество из n ключевых слов метаобъекта b_i обозначим как:

$$W^{(b_i)} = \{w_{i_1}, w_{i_2}, w_{i_3}, \dots, w_{i_{n-1}}, w_{i_n}\}, W^{(b_i)} \subset W. \quad (12)$$

Ключевое слово может входить в метаобъект по одному из типов вхождения из множества типов вхождения:

$$V = \{v_i\}. \quad (13)$$

В множестве V три элемента:

$$\begin{aligned} v_1 &: \text{ИЛИ (Может быть)} \\ v_2 &: \text{И (Обязательно есть)} \\ v_3 &: \text{НЕ (Отсутствует)} \end{aligned} \quad (14)$$

Вхождение ключевого слова w_i в метаобъект b_k по типу вхождения v_j обозначим как кортеж:

$$\langle w_i, v_j, b_k \rangle. \quad (15)$$

Поисковый запрос – это множество кортежей вида как в формуле (15), где на месте метаобъекта стоит символ «_», показывающий тот факт, что на этом месте может быть любой метаобъект, удовлетворяющий условию вхождения в него ключевого слова w_i по типу вхождения v_j , а именно, это множество:

$$\begin{aligned} Z = \{ & \langle w_{i_1}, v_{j_1}, _ \rangle, \langle w_{i_2}, v_{j_2}, _ \rangle, \dots, \\ & \rightarrow \langle w_{i_3}, v_{j_3}, _ \rangle, \dots, \langle w_{i_n}, v_{j_n}, _ \rangle \}. \end{aligned} \quad (16)$$

Результат поиска – это множество метаобъектов, удовлетворяющих поисковому запросу из формулы (16). Обозначим результат поиска как множество:

$$X = Z(B). \quad (17)$$

Результат поиска X является не собственным подмножеством множества всех метаобъектов базы знаний B (то есть может составить всё множество метаобъектов базы знаний):

$$X \subseteq B. \quad (18)$$

Поисковый запрос из формулы (16) может выполняться последовательно или параллельно-последовательно. При параллельно-последовательном выполнении поискового запроса мы выделяем следующие последовательно выполняемые группы параллельно выполняемых задач (поисковых подзапросов):

1) поиск метаобъектов (множество X_1), удовлетворяющих условию вхождения ключевых слов по типу вхождения v_1 ;

2) поиск метаобъектов из множества X_1 (множество X_2), удовлетворяющих условию вхождения ключевых слов по типу вхождения v_2 ;

3) поиск метаобъектов из множества X_2 (множество X), удовлетворяющих условию вхождения ключевых слов по типу вхождения v_3 .

Параллельно выполняемые задачи в этих трех группах – это два типа задач:

1) задачи, выделяемые в отдельный поисковый подзапрос по принципу одновременного поиска одного или нескольких ключевых слов;

2) задачи, выделяемые в отдельный поисковый запрос по принципу поисковой базы (часть всей базы знаний (подмножество $B_i \subset B$) или вся база знаний (множество B)).

Время выполнения поискового запроса Z из формулы (16) можно оценить по формуле:

$$t = \frac{n_1 \cdot m_1 \cdot t_1^{(v_1)} + n_2 \cdot m_2 \cdot t_2^{(v_2)} + n_3 \cdot m_3 \cdot t_3^{(v_3)}}{1000}, \quad (19)$$

где n_1 – количество ключевых слов с типом вхождения в поисковый запрос v_1 ; n_2 – количество ключевых слов с типом вхождения в поисковый запрос v_2 ; n_3 – количество ключевых слов с типом вхождения в поисковый запрос v_3 ; m_1 – совокупное количество метаобъектов, среди которых выполняются поисковые подзапросы с типом вхождения ключевых слов v_1 ; m_2 – совокупное количество метаобъектов, среди которых выполняются поисковые подзапросы с типом вхождения ключевых слов v_2 ; m_3 – совокупное количество метаобъектов, среди которых выполняются поисковые подзапросы с типом вхождения ключевых слов v_3 ; $t_1^{(v_1)}$ – время поиска метаобъектов с одним ключевым словом с типом вхождения v_1 по базе знаний из одной тысячи метаобъектов; $t_2^{(v_2)}$ – время поиска метаобъектов с одним ключевым словом с типом вхождения v_2 по базе знаний из одной тысячи метаобъектов; $t_3^{(v_3)}$ – время поиска метаобъектов с одним ключевым словом с типом вхождения v_3 по базе знаний из одной тысячи метаобъектов.

Значения $t_i^{(v_i)}$, $i = 1, 2, 3$ получаются экспериментально и зависят от условий использования базы знаний. База знаний может использоваться в вычислительных системах, имеющих следующие архитектуры:

- 1) локальный компьютер;
- 2) файл-серверная архитектура;
- 3) клиент-серверная архитектура и др.

Технология создания базы знаний

Для создания базы знаний используется программный комплекс «Электронная энциклопедия». На рис. 2 показано главное окно электронной энциклопедии.

В технологии [7] участвуют:

- 1) автор учебного материала;
- 2) технолог;
- 3) группа разработчиков.

Автором учебного материала выступает, как правило, высококлассный специалист, эксперт в

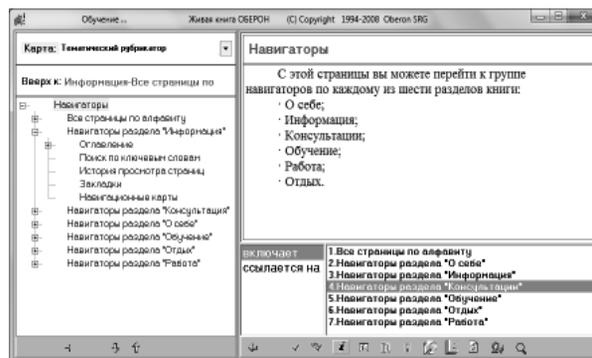


Рис. 2. Основное окно электронной энциклопедии

своей области. Это может быть, например, ведущий преподаватель по дисциплине. Автор готовит рукопись и тестирует макет и дистрибутив электронного варианта своего материала. При написании рукописи автор должен следовать правилам оформления рукописей.

Технолог – это специалист по инженерии знаний. Он выполняет оперативное управление разработкой компьютерных вариантов материалов. Технолог является также диспетчером всех взаимодействий между участниками разработки базы знаний. Он соблюдает в разработке интересы заказчика и будущих потребителей базы знаний. В своей работе технолог использует базу знаний и средства ведения коллективной работы портала МБЗ.

Группа разработчиков состоит из 2-3 программистов, дизайнера, художника, редактора и переводчика. Она выполняет разработку и доводку материалов в соответствии с техническим заданием, подготовленным технологом, и замечаниями, поступающими от автора и технолога. Группа разработчиков может подключаться из других организаций (аутсорсинг). В этом случае технолог взаимодействует со сторонней группой разработчиков с помощью средств коллективной работы портала МБЗ.

Инструментарий разработки электронных вариантов материалов – это инструментальные программные средства, используемые для автоматизации процесса разработки. В нашей технологии инструментарий включает в себя следующие программные модули:

- 1) репозиторий готовых компонентов, используемых при создании электронных вариантов материалов;
- 2) исполнительная система электронных вариантов материалов портала МБЗ, используемая в процессе эксплуатации базы знаний;
- 3) инструментальные средства разработки (компиляторы, редакторы и различные вспомогательные программы (утилиты)).

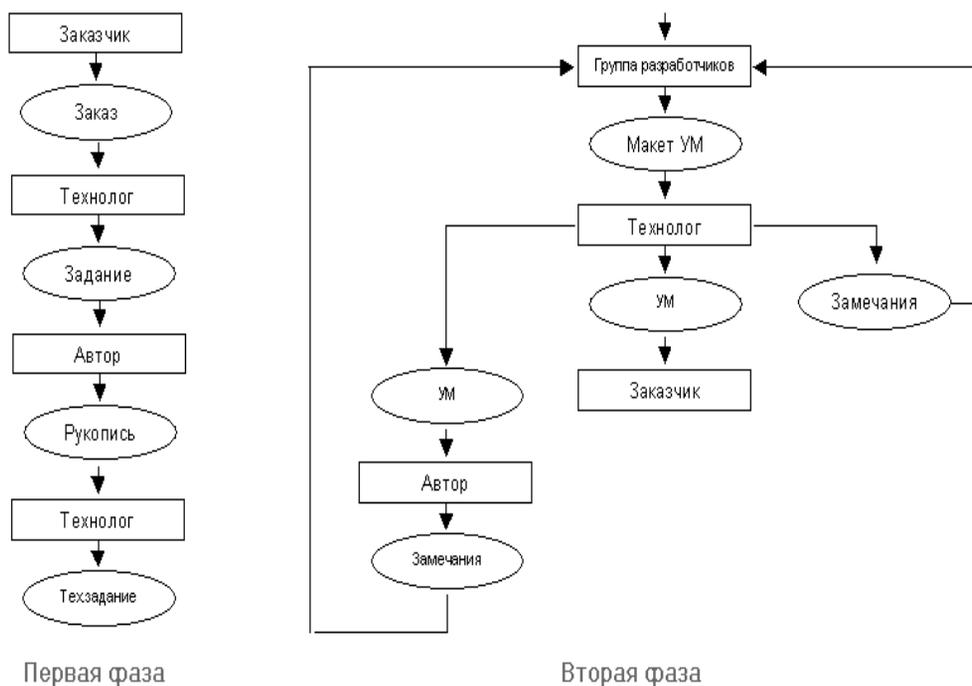


Рис. 3. Технологическая схема подготовки электронных вариантов материалов

Технологическая схема разработки электронных вариантов материалов на основе программного комплекса «Электронная энциклопедия» [7] состоит из двух фаз (см. рис. 3).

1. Составление технического задания.
2. Разработка.

На первой фазе технологом создается техническое задание для группы разработчиков. Для сложных материалов, где техническое задание сформулировать на основе заказа и материалов, представленных автором, сразу не удастся, сначала делается макет в виде модуля или тематического выпуска программы «Электронная энциклопедия».

Платформа РОС

На основе теории систем гибридного интеллекта нами была разработана расширяемая операционная среда (кратко РОС или ROS) [1]. РОС построена как система гибридного интеллекта [2–5]. В сети Интернет РОС размещается по адресу <http://www.ros.iicenter.ru>

На основе РОС создаются системы управления сложными деятельностями, такими, как: управление работой организаций и предприятий, управление работой групп роботов в труднодоступных и опасных условиях и др.

В основе РОС лежит представление Деятельности как системы гибридного интеллекта. В РОС имеются:

1. Роли.
2. Деятельности.

3. Рабочий кабинет.
4. Файлы.
5. Мастера.
6. Инструменты.

Роли – это группы участников деятельности, схожих по выполняемым функциям. Например, Преподаватель или Студент.

Деятельность – это совместное выполнение участниками некоторых работ, направленных на достижение определенной цели. Например, «Изучение строения солнечной системы» или «Написание курсовой работы».

Рабочий кабинет (см. рис. 4) – это часть РОС, предоставляемая участнику деятельности. Например, «Рабочий кабинет преподавателя Иванова И.И.» или «Рабочий кабинет студентки Петровой П.И.».

Файлы – это документы и другие информационные объекты, используемые в РОС участником деятельности в его рабочем кабинете. Например, «Список группы студентов» или «Заявка на участие в обучении».

Инструмент – это программа, предоставляемая РОС участнику деятельности в его рабочем кабинете. Например, «Журнал группы студентов для преподавателя Иванова И.И.» или «Текстовый редактор для студентки Петровой П.И.».

Мастер – это инструкция, предоставляемая РОС участнику деятельности в его рабочем кабинете для помощи при выполнении определенного задания. Например, «Инструкция для

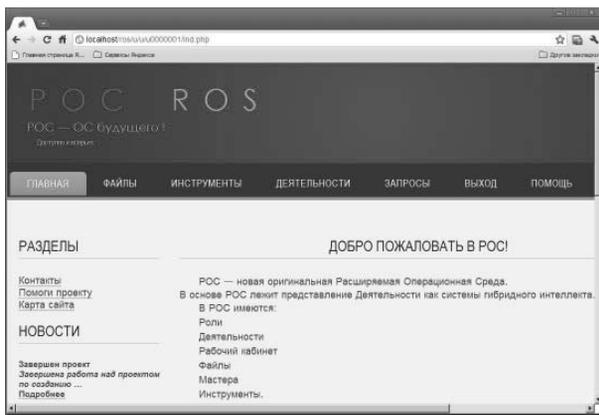


Рис. 4. Рабочий кабинет РОС

преподавателя по заполнению Журнала группы студентов» или «Инструкция для студента по оформлению титульного листа курсовой работы с помощью Текстового редактора».

Работа в РОС выполняется по следующей схеме:

1. Участник деятельности в соответствии со своей Ролью получает от РОС Задания в своем Рабочем кабинете на интернет-портале РОС.

2. При выполнении задания Участник использует Инструменты, Файлы и помощника – Мастера в своем Рабочем кабинете на интернет-портале РОС.

3. После выполнения задания Участник в соответствии с подсказкой Мастера дает ответ.

4. РОС обрабатывает этот ответ и дает новые задания участникам деятельности.

Участник Деятельности – это Пользователь РОС.

Интернет-портал МБЗ

На основе платформы РОС и программного комплекса «Электронная энциклопедия» создан интернет-портал МБЗ – Мировая библиотека знаний (см. <http://www.wkl.iicenter.ru>).

В основе МБЗ лежит представление знаний как семантической сети, состоящей из элементов знаний и связей между ними (см. раздел «База знаний» данной статьи). Для сбора, анализа и представления знаний в компьютере создана система гибридного интеллекта. В МБЗ имеются:

1. Роли.
2. Фрагменты МБЗ.
3. Рабочий кабинет.
4. Файлы.
5. Мастера.
6. Инструменты.

Роли – это группы участников деятельности, схожих по выполняемым функциям. Например, Преподаватель или Студент.

Фрагмент МБЗ – это часть знаний из МБЗ. Например, «Знания о строении солнечной системы» или «Знания, необходимые для написания курсовой работы».

Рабочий кабинет (см. рис. 5) – это часть портала МБЗ, предоставляемая участнику деятельности по созданию и использованию МБЗ. Например, «Рабочий кабинет преподавателя Иванова И.И.» или «Рабочий кабинет студентки Петровой П.И.».

Файлы – это документы и другие информационные объекты, используемые в МБЗ участником деятельности по созданию и/или использованию МБЗ в его Рабочем кабинете в МБЗ. Например, «Список элементов знаний» или «Новая версия элемента знания».

Инструмент – это программа, предоставляемая порталом МБЗ участнику деятельности по созданию и использованию МБЗ в его рабочем кабинете, например «Текстовый редактор».

Мастер – это инструкция, предоставляемая МБЗ участнику деятельности в его Рабочем кабинете для помощи при выполнении определенного задания. Например, «Инструкция для редактора по подготовке элементов знаний» или «Инструкция для поиска знаний в МБЗ по определенной теме».

Использование знаний МБЗ выполняется по следующей схеме.

1. Пользователи, желающие воспользоваться знаниями МБЗ, регистрируются для работы на портале МБЗ.

2. После регистрации пользователь заходит в свой Рабочий кабинет в МБЗ и заказывает доступ к интересующим его фрагментам базы знаний.

3. После получения запроса Администратор МБЗ предоставляет пользователю доступ к знаниям в его Рабочем кабинете.

4. После истечения срока оказания услуги Администратор МБЗ уведомляет пользователя и закрывает доступ к знаниям в Рабочем кабинете пользователя.



Рис. 5. Рабочий кабинет МБЗ

Хранение и поиск информации в базе знаний

Хранение знаний зависит от условий использования базы знаний:

- 1) локальный компьютер;
- 2) файл-серверная архитектура;
- 3) клиент-серверная архитектура и др.

В случае реализации базы знаний на локальном компьютере все метаобъекты хранятся на одном компьютере. Объем базы знаний в этом случае определяется объемом внешней памяти этого компьютера, а время поиска информации в базе знаний – быстродействием компьютера и объемом базы знаний.

В случае реализации базы знаний в файл-серверной архитектуре все метаобъекты хранятся на одном компьютере-сервере. Но в отличие от локального компьютера, в файл-серверной архитектуре доступ к базе знаний осуществляется с нескольких компьютеров-клиентов одновременно. Объем базы знаний в этом случае определяется объемом внешней памяти компьютера-сервера, а время поиска информации в базе знаний – быстродействием компьютера-сервера, объемом базы знаний и характеристиками сети связи компьютеров-клиентов с компьютером-сервером.

В случае реализации базы знаний в клиент-серверной архитектуре множество всех метаобъектов разбито на подмножества по числу компьютеров-клиентов, и каждое подмножество метаобъектов хранится на своем компьютере-клиенте, а на компьютере-сервере хранятся ссылки на все метаобъекты. Объем базы знаний в этом случае определяется совокупным объемом внешней памяти всех компьютеров-клиентов, а время поиска информации в базе знаний – быстродействием компьютеров-клиентов и компьютера-сервера, объемом базы знаний и характеристиками сети связи компьютеров-клиентов с компьютером-сервером.

При реализации базы знаний в клиент-серверной архитектуре используется последовательно-параллельный алгоритм поиска информации. Суть алгоритма следующая.

1. Компьютер-клиент при включении регистрируется на компьютере-сервере.
2. При необходимости компьютер-сервер пытается получить Фрагмент базы знаний с запрашиваемой информацией с одного из зарегистрированных в данный момент компьютеров-клиентов.
3. Если Фрагмент базы знаний не получен, то ставится задача его дублирования еще на одном компьютере-клиенте.

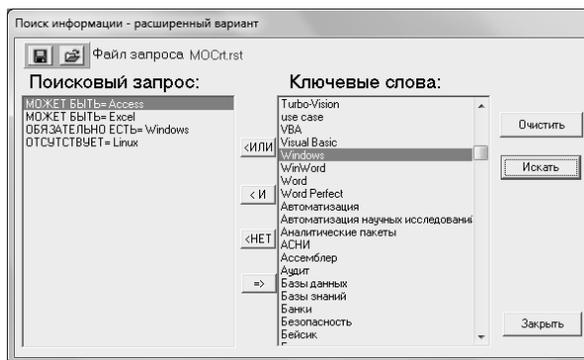
4. Поставленная в пункте 3 задача выполняется и тем самым увеличивает вероятность получения доступа к данному Фрагменту базы знаний при следующих обращениях к нему.

Этот простой алгоритм позволяет при достаточном числе компьютеров-клиентов организовать хранение базы знаний большого объема.

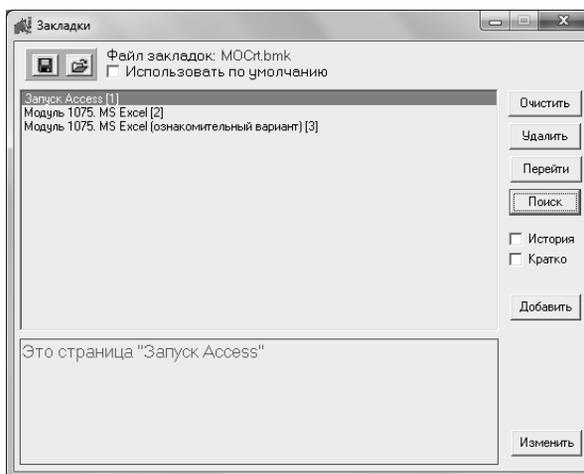
Экспериментально показано, что при числе компьютеров-клиентов 200 доступность базы знаний составляет примерно один отказ на 1000 обращений.

На рис. 6 приведен пример поискового запроса.

Эксперименты показали, что приемлемое время поиска в 2 минуты достигается при клиент-серверной реализации базы знаний при объеме базы знаний не более 3 000 000 элементов знаний, объединенных в 200 подмножеств. Каждое подмножество хранится на своем компьютере-клиенте.



а)



б)

Рис. 6. Пример поискового запроса:
а) диалог для создания запроса;
б) окно с результатом поиска

Примеры баз знаний

За небольшой период существования интернет-портала МБЗ было разработано несколько баз знаний.

Первая база знаний была переведена в МБЗ из «Электронной энциклопедии» [6; 7]. Это – база знаний по учебным курсам, читавшихся автором в технических и экономических университетах в период 2000–2015 гг.

Следующая база знаний – это база знаний по экологическим проблемам [8; 9]. Эта база знаний разрабатывается с 2005 года.

Недавно начата работа по созданию базы знаний по робототехнике и применению компьютерного моделирования робототехнических систем в учебных процессах в школах и вузах [10].

Заключение

Небольшой опыт, полученный нами при создании баз знаний для дополнительного образования проектированию и исследованию сложных систем [6–10], показывает, что платформа РОС и портал МБЗ могут использоваться в качестве основы для разработки баз знаний большого объема.

Исчерпывающую информацию о теории систем гибридного интеллекта и ее практическом применении для создания баз знаний можно найти на сайтах:

<http://www.iicenter.ru> – официальный сайт ассоциации независимых консультантов в области наукоемких технологий «Интеллект Инвест Центр»;

<http://www.oberon.iicenter.ru> – сайт научно-исследовательской группы «Оберон»;

<http://www.kbfccenter.iicenter.ru> – портал дистанционного обучения «Независимый центр знаний».

Литература

1. Бухаров М.Н. РОС – платформа для интеграции ресурсов в дополнительном образовании проектированию и исследованию сложных систем / М.Н. Бухаров // Перспективы, организационные формы и эффективность развития сотрудничества Российских и зарубежных вузов : сборник статей по материалам участников V Международной научной конференции (13–14 апреля 2017 г., наукоград Королёв). – М. : Научный консультант, 2017. – 610 с. – С. 190–198.

2. Венда В.Ф. Системы гибридного интеллекта: Эволюция, психология, информатика / В.Ф. Венда. – М. : Машиностроение, 1990. – 448 с.

3. Бухаров М.Н. Системы гибридного интеллекта / М.Н. Бухаров. – М. : Научтехлитиздат, 2005. – 352 с.

4. Бухаров М.Н. Теория систем гибридного интеллекта. Проектирование, стандартизация, моделирование и оптимизация : монография / М.Н. Бухаров. – М. : ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. – 214 с.

5. Бухаров М.Н. Технология создания систем гибридного интеллекта на основе программного комплекса «Оберон-3000» / М.Н. Бухаров // Экологические системы и приборы. – 2005. – № 3. – С. 31–37.

6. Бухаров М.Н. Автоматизированное консультирование на основе гибридного интеллекта / М.Н. Бухаров // Новые информационные технологии в образовании : сборник научных трудов 12 Международной научно-практической конференции, 2012. – М. : ООО «1С-Публишинг», 2012. – Часть 1. – С. 487–491.

7. Бухаров М.Н. Дополнительное образование в области проектирования и исследования сложных систем / М.Н. Бухаров // Перспективы, организационные формы и эффективность развития сотрудничества российских и зарубежных вузов : сборник материалов Международной научно-практической конференции, 24–25 апреля 2014 г. – Королев МО : ФТА, Изд-во «Канцлер», 2014. – 512 с. – С. 298–312.

8. Бухаров М.Н. Управление сложными системами на основе гибридного интеллекта / М.Н. Бухаров // Спецтехника и связь. – 2015. – № 03. – С. 119–140.

9. Бухаров М.Н. Интеграция ресурсов для дополнительного образования в области проектирования и исследования сложных систем / М.Н. Бухаров // Труды Международного симпозиума «Инженерная экология-2017», 5–7 декабря 2017 г. – М. : РНТОРЭС им. А.С. Попова, 2017. – С. 139–147.

10. Бухаров М.Н. Использование теории систем гибридного интеллекта для управления роботами // Вестник Российского нового университета. Серия «Сложные системы: модели, анализ, управление». – 2017. – Выпуск 2. – С. 55–67.