

Шихнабиева Тамара Шихгасановна,

доктор педагогических наук, доцент, главный научный сотрудник Института управления образованием Российской академии образования, Институт управления образованием РАО; 105062, г. Москва, ул. Макаренко, 5/16, стр. 1Б; e-mail: shetoma@mail.ru.

**АДАПТИВНЫЕ СЕМАНТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ**

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: структуризация знаний, интеллектуальные обучающие системы, контроль знаний, адаптивные семантические модели.

АННОТАЦИЯ. В статье показано, что существующие автоматизированные системы обучения и контроля знаний не позволяют судить об уровне знаний обучаемых, имеют жесткую структуру, то есть являются неадаптивными. Для построения адаптивных систем обучения преподавателю необходима некоторая информация о знаниях и целях студентов (пользовательская модель), наряду со знаниями о предмете. Рассмотрение пользовательской модели позволяет разрабатывать адаптивные системы обучения, которые идентифицируют уровень знаний обучаемых и соответственно предоставляют каждому пользователю индивидуальную траекторию обучения и индивидуальный электронный учебник. Одним из вариантов построения адаптивных систем обучения является организация процесса обучения на основе использования достижений кибернетики, синергетики, теории искусственного интеллекта в аспектах развития и расширения понятий, принципов и методов дидактики и педагогических технологий. Предлагаемый нами подход основан на структуре человеческих знаний, принципах разработки систем искусственного интеллекта и информационных семантических систем, каковым является процесс обучения. Он объединяет процедурный и декларативный подход к представлению знаний, базируется на теории семантических сетей и продукционных правил. На основе предложенных методологических положений разработана интеллектуальная система обучения и контроля знаний. Для подтверждения эффективности предложенной методики и доказательства предполагаемой гипотезы был проведен педагогический эксперимент с использованием разработанной интеллектуальной обучающей системы. В результате проведенных педагогических экспериментов были получены основные количественные оценки эффективности результатов предложенной методики, подтверждающие предполагаемую гипотезу.

Shikhnabieva Tamara Shikhgasanovna,

Doctor of Pedagogy, Associate Professor, Chief Scientific Officer of the Institute of Education Management, Russian Academy of Education; Federal State Scientific Institution "Institute of Education Management RAO", Moscow, Russia.

ADAPTIVE SEMANTIC MODEL OF AUTOMATIC KNOWLEDGE CONTROL

KEYWORDS: structuring of knowledge, intelligent tutoring systems, knowledge control, adaptive semantic model.

ABSTRACT. The article shows that the existing automatic systems of training and control of knowledge do not allow to judge about the level of knowledge of the trainees and have a rigid structure, i.e., they are non-adaptive. For adaptive learning systems a teacher needs some information about the knowledge and goals of students (user's model), along with the knowledge about the subject. Consideration of the user's model allows to develop adaptive learning system that identifies the level of the student's knowledge and provides each user with an individual trajectory of training and customized electronic textbook. One of the options for building adaptive learning systems is the organization of learning process based on the use of the achievements of Cybernetics, synergetics, the theory of artificial intelligence in the aspects of the development and expansion of the concepts, principles and methods of didactics and educational technologies. The proposed approach is based on the structure of human knowledge, the principles of the development of artificial intelligence systems and semantic information systems, which is the learning process. It combines procedural and declarative approach to knowledge representation, based on the theory of semantic networks and production rules. The intelligent system of training and control of knowledge is based on the proposed methodological guidelines. A pedagogical experiment using the developed intelligent tutoring system was conducted to confirm the effectiveness of the proposed methodology and prove the proposed hypothesis. The result of the teaching experiment is quantitative evaluation of the effectiveness of the proposed method, as well as confirming the hypothesis.

Введение

В настоящее время известно множество практических реализаций систем автоматизированного тестирования как по отдельным дисциплинам, так и универсальных систем оценивания знаний, полностью или частично инвариантных к конкретным дисциплинам и допускающих их

информационное наполнение преподавателями [7; 11; 12]. Анализ эффективности систем автоматизированного тестирования в учебных заведениях показывает, что многие преподаватели настороженно и даже негативно относятся к подобным системам. Среди наиболее существенных недостатков современных подходов к автоматизирован-

ному тестированию, называемых в качестве причин такого отрицательного отношения, можно отметить:

- необходимость формулирования вариантов ответов на тестовые задания по принципу «один абсолютно правильный» – «N абсолютно неправильных». Такой подход не дает возможности организовать полноценное тестирование по слабо формализованным дисциплинам, для которых характерна диалектичность знаний;

- примитивность и негибкость процедур расчета итоговой оценки, сводимых либо к определению отношения количества правильных ответов к количеству заданных вопросов, либо к суммированию баллов, назначаемых за каждый правильный ответ;

- невозможность автоматизации разнообразных методик контроля знаний, широко применяемых в педагогической практике (оценка широты либо глубины знаний, учет относительной важности отдельных тем или разделов изучаемой дисциплины, выбор сложности теста с учетом уровня подготовленности и самооценки тестируемого, стимуляция правильных ответов и т.п.);

- значительная трудоемкость ручного формирования такого множества тестовых заданий и вариантов ответов на каждое из них, которое позволит исключить или минимизировать вероятность представления одного и того же задания тестируемым при параллельной проверке их знаний.

Особенно ярко указанные недостатки автоматизированного тестирования проявляются при контроле знаний по дисциплинам гуманитарного, социально-экономического и общественно-политического циклов. Степень формализации знаний по этим дисциплинам в силу диалектичности слишком низка, чтобы их наличие могло определяться по тому, насколько хорошо помнит экзаменуемый отдельные факты, точные определения или конкретные формулы и правила их применения.

Если исходить из необходимости повышения эффективности учебного процесса и применения современных информационных технологий в обучении, то наиболее перспективным и целесообразным представляется автоматизация процесса педагогического тестирования [4; 5; 6]. Высокая степень формализации и унификации процедуры тестирования, возможность одновременного проведения тестирования на нескольких компьютерах, а также возможность организации дистанционного тестирования посредством локальной вычислительной сети, либо через глобальную информационную сеть Интернет предопределили всеобщий интерес к подобному способу оценивания знаний.

Определенный интерес представляет выявление роли значимости тестирования на различных этапах контроля и оценивания знаний, а также его применимость для различных дисциплин. Не вызывает сомнений целесообразность применения традиционных автоматизированных систем контроля знаний (АСКЗ) при изучении дисциплин, ориентированных на усвоении обучаемыми конечного множества фактов либо однозначно трактуемых правил. Примером подобной ситуации можно считать экзамен на знание правил дорожного движения. Практически безальтернативным представляется применение таких систем контроля знаний (СКЗ) при проведении массового одновременного государственного тестирования знаний выпускников средних школ, хотя руководители центров тестирования отмечают большое количество конфликтов, связанных с оцениванием знаний по дисциплинам языкового цикла, для которых характерна неоднозначность некоторых «истинных» ответов даже с точки наиболее опытных преподавателей-предметников. АСКЗ широко применяются для уменьшения трудоемкости текущего контроля знаний по естественно-научным и техническим дисциплинам, цель которого состоит в оперативной и массовой проверке остаточных знаний большого количества обучаемых. Можно утверждать, что процедуры «классического» тестирования, основанные на парадигме «один абсолютно правильный ответ, несколько абсолютно неправильных ответов» и выводе итоговой оценки из соотношения количества правильных ответов и заданных вопросов, неадекватны представлениям большинства преподавателей о процессе оценивания знаний. Для многих дисциплин, знания в которых носят принципиально нечеткий характер и не могут быть сведены к однозначным формулировкам (например, дисциплины гуманитарного или общественного циклов), они вообще оказываются неприменимыми.

Следовательно, система контроля знаний будет признаваться конкретным преподавателем эффективным инструментом промежуточного или итогового контроля знаний только в том случае, если она будет: а) содержать информационную модель предметной области, релевантную предметным знаниям организатора тестирования в период проведения контроля; б) обладать возможностью учитывать неполные или не совсем точные ответы; в) содержать адаптивную и управляемую преподавателем процедуру выявления знаний, анализа их глубины и качества последующей реконструкцией на этой ос-

нове информационной модели обучаемого; г) выводить итоговую оценку знаний обучаемого по результатам сопоставления эталонной модели, содержащейся в автоматизированной системе контроля знаний, с реконструированной моделью, построенной по ответам обучаемого.

Построение такой системы контроля знаний требует применения принципиально иных подходов к представлению и обработке знаний, которым и посвящена наша статья.

Использование интеллектуальных методов и моделей при разработке системы обучения и контроля знаний

При решении творческих задач, к которым относится процесс обучения, необходимо иметь возможность отображать условия задачи в виде структурированной модели, в которой отражены все необходимые для ее решения связи между элементами. Предлагаемая нами система обучения и контроля знаний основана на логико-семантическом подходе, принципах построения систем искусственного интеллекта [1; 3; 13], объединяет процедурный и декларативный подход к представлению знаний, базируется на теории семантических сетей (СС) и эффективных алгоритмах.

Модель представления знаний в виде семантической сети структурно представляет собой граф. Как известно, «граф является очень характерным математическим объектом адаптации» [8]. Поэтому в качестве модели логической структуры учебного материала [9] мы выбрали адаптивные семантические модели. Под адаптивной семантической моделью (АСМ) учебного материала понимается многоуровневая иерархическая структура в виде семантической сети, представленной ориентированным графом, на вершинах которого находятся понятия изучаемой предметной области, а ребра обозначают отношения между ними [14]. В виде простой семантической модели представлен также непосредственно и сам процесс обучения, что позволяет учитывать индивидуальные особенности учащихся.

Преимущества предлагаемой нами модели процесса обучения особенно значимы при контроле знаний обучаемых.

Как показывает изучение электронных образовательных средств, используемых при обучении информатике, многие из существующих электронных курсов являются замкнутыми системами с жесткими моделями, не всегда позволяющими адаптировать к конкретному уровню знаний обучаемого.

Традиционная система обучения информатике на разных ступенях стремится дать обучаемым как можно больше фактического материала. При таком подходе оценка качества знаний производится по-

средством учета количества фактов (понятий, элементов знаний), которыми оперирует обучаемый, и точностью их воспроизведения. Поскольку изучаемые понятия предметной области взаимосвязаны, следует одно из другого, в стороне остаются связи, отношения между понятиями и правила логического вывода конкретных понятий из более обобщенных категорий предметной области. Такого рода обучение приводит к формализму знаний. При решении творческих задач, к которым относится процесс обучения, «необходимо иметь возможность отображать условия задачи в виде структурированной модели, в которой отражены все необходимые для решения задачи связи между элементами» [9]. Учет связей и последовательности элементов учебного материала особенно важен при обучении на основе компьютерных технологий.

Преимущество семантических сетей как модели представления знаний и непосредственно самого процесса обучения является наглядность описания предметной области, гибкость, адаптивность к цели обучаемого. Однако свойство наглядности с увеличением размеров и усложнением связей базы знаний предметной области теряется. Кроме того, возникают значительные сложности по обработке различного рода исключений. Для преодоления указанных проблем используют метод иерархического описания сетей (выделение на них локальных подсетей, расположенных на разных уровнях). Такой подход к организации знаний при разработке интеллектуальных обучающих систем информатике позволяет значительно сократить время обучения. Модель в виде иерархической семантической сети, являясь логической структурой изучаемой предметной области, показывает также последовательность изложения учебного материала.

Преимущества предлагаемой нами модели процесса обучения особенно значимы при контроле знаний обучаемых [14; 15]. Семантическая сеть подразумевает смысловую обработку информации компьютером, которая необходима при обработке ответов обучаемых. При контроле знаний необходимо по заранее известным понятиям предметной области построить с помощью инструментальных программных средств на экране компьютера семантическую сеть, и далее модель знаний обучаемого сравнивается с моделью в базе данных по искомой теме, и тем самым осуществляется контроль знаний обучаемых. Разработанная нами методика контроля знаний позволяет также структурировать вопросы и создавать адаптивные тесты. Рассмотрим предлагаемую методику контроля знаний более конкретно:

1) обучаемый получает текст задания;
 2) ему предлагается перечень понятий ранее изученной темы учебной дисциплины, которые необходимо объединить в семантическую модель с учетом и указанием типа связей между ними;

3) обучаемый выбирает из предложенного перечня названия понятий учебного материала, и подписывают вершины семантической модели;

4) обучаемый выбирает из предложенного перечня название искомой дуги и подписывает ее с выбором направления, тем самым обучаемый указывает вид отношения между понятиями учебного материала и последовательность его элементов;

5) далее построенная обучаемым указанным образом семантическая модель учебного материала сравнивается с эталонной моделью, заложенной в программе, то есть проверяют знания обучаемого;

6) при проверке знаний указываются: неправильно подписанные вершины семантической сети учебного материала (их помечаем) и неправильно указанные «виды связей» между элементами учебного материала.

Таким образом, происходит идентификация уровня знаний студента, на основе которого ему предлагается соответствующий учебный материал для изучения.

Интеллектуальная обучающая система, основанная на адаптивных семантических моделях

На основе предложенных подходов нами разработана интеллектуальная система обучения и контроля знаний по некоторым разделам информатики и математики, которая используется в учебном процессе ряда вузов. Интеллектуальная обучающая система состоит из модуля обучения, редактора сети и контроля знаний [14].

На рис. 1 представлен пример адаптивной семантической модели по дисциплине «Основы искусственного интеллекта» на тему «Иерархические структуры».

Разработанная нами интеллектуальная обучающая система автоматически генерирует контрольные задания различной сложности, учитывает историю пользователя и является инвариантной.

Следует отметить, что если при изучении архитектуры компьютера можно пользоваться схемами, рисунками, иллюстрациями, то при изучении абстрактных дисциплин, какой, например, является учебная дисциплина «Математическая логика», у преподавателя такая возможность отсутствует. Отсутствие наглядных пособий затрудняет усвоение студентами содержание учебного материала.

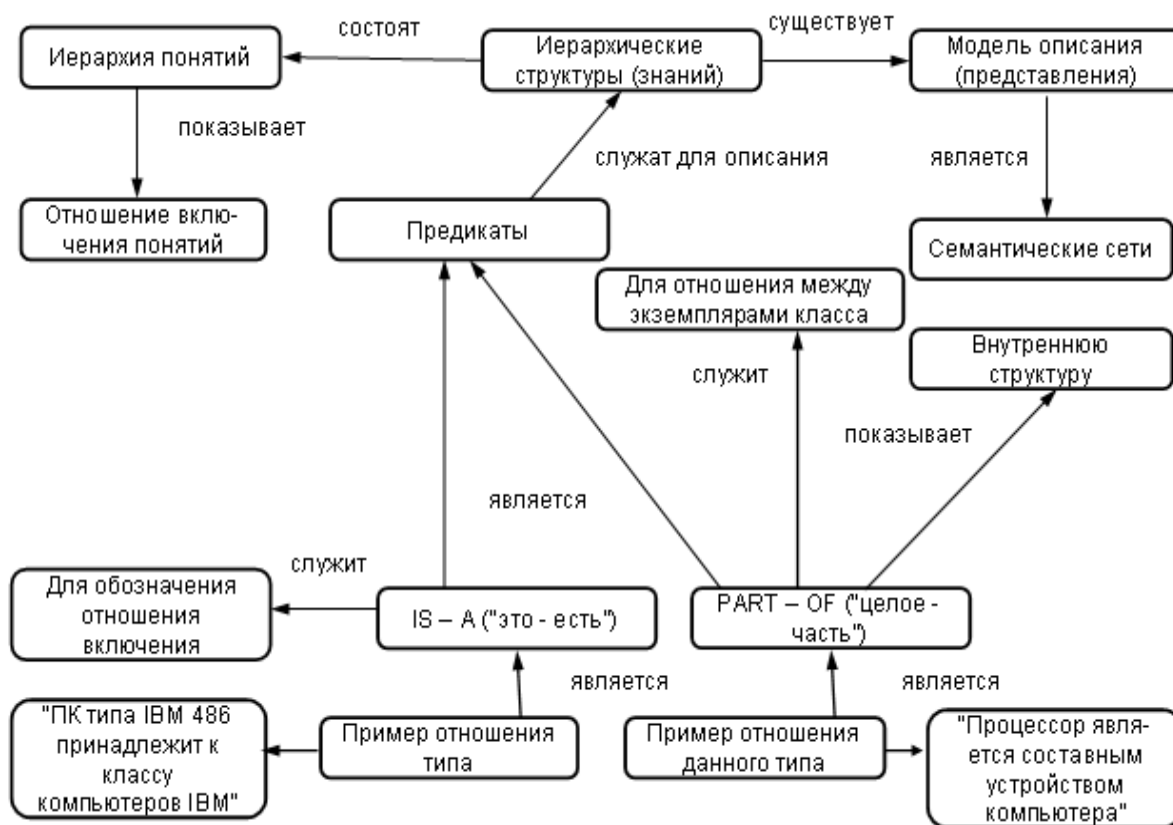


Рис. 1
 Адаптивная семантическая модель на тему «Иерархические структуры».

В настоящее время существуют различные виды образовательных средств: учебники, методические пособия, справочники и т.д., в том числе и электронные образовательные средства. Однако, существующие электронные учебники по абстрактным дисциплинам мало чем отличаются от средств в твердом носителе. Чтобы найти связи между понятиями учебной дисциплины приходится многократно листать весь учебник и искать необходимую информацию.

Представление логической структуры

учебного материала по абстрактным дисциплинам в виде многоуровневой иерархической семантической сети позволяет создать структурированный учебник, показывающий связи между понятиями предметной области. На рисунке 2 представлена адаптивная семантическая модель контроля знаний (сеть запроса) на тему: «Алгебра высказываний». Некоторые вершины и связи АСМ не подписаны. Обучаемому необходимо определить назначение и связи между вершинами учебного материала, выбирая их из предложенного списка.

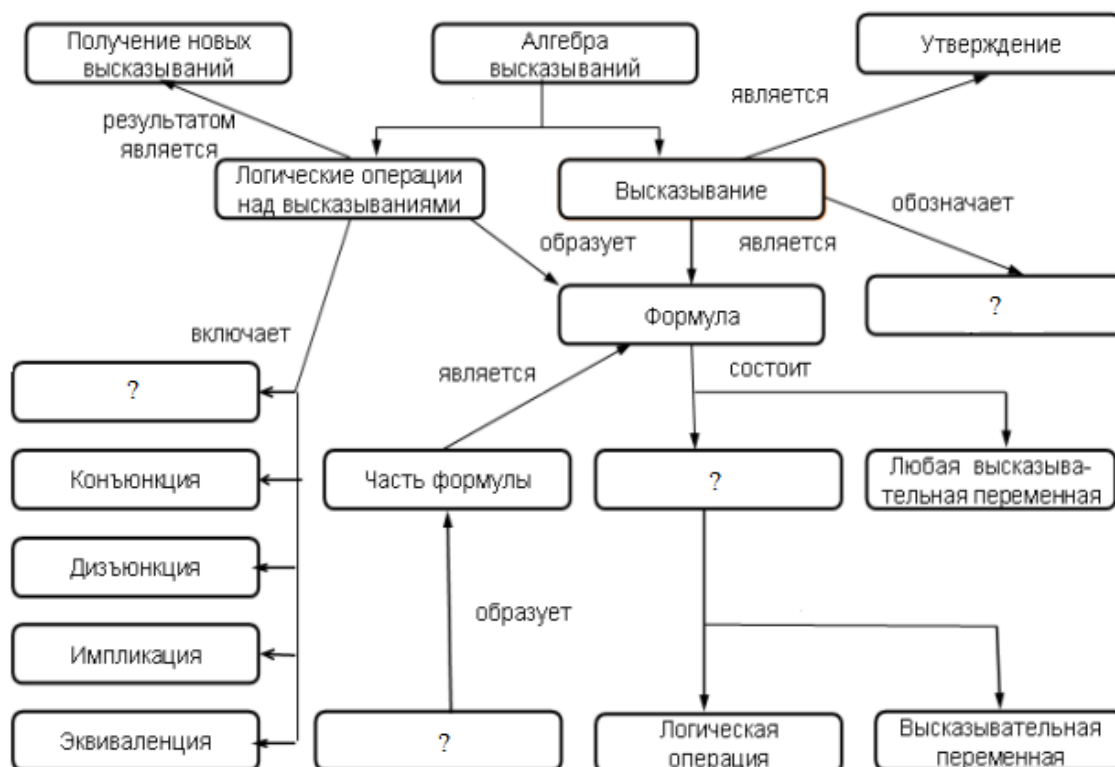


Рис. 2

Контрольное задание по теме «Алгебра высказываний».

Следует отметить, что сам процесс разработки семантических моделей способствует эффективному приобретению знаний. Поэтому обучение студентов можно вести не только по разработанным преподавателем АСМ, но и давать студентам задания по их разработке, что способствует лучшему усвоению учебного материала.

Необходимо подчеркнуть, что адаптивная семантическая модель подразумевает смысловую обработку информации компьютером, которая необходима при обработке ответов обучаемых. В процессе построения семантических моделей на компьютере обучаемые должны анализировать свои собственные знания, что помогает им включать новые знания в структуру уже имеющихся знаний [2; 6]. Результатом такого обучения является эффективное использование приобретенных знаний.

Использование предложенной методики контроля знаний по дистанционной форме обучения [10] также позволяет обеспечивать: индивидуальный темп обучения при реализации обратной связи; деятельностный подход при выборе решения задачи с учетом учебных ситуаций; связь новых понятий с существующими понятиями и представлениями, что улучшает понимание; осуществление глубокой обработки знаний, что повышает использование приобретенных знаний в новых ситуациях. Для контроля знаний обучаемых можно использовать также и сеть запроса.

При данной форме контроля знаний обучаемый дополняет соответствующими понятиями из предметной области вершины сети, которые обозначены вопросительным знаком, и указывает виды связей между ними. Подлинная активизация познавательной

деятельности обучаемых возможна лишь при целесообразной последовательности предъявления познавательных задач, а также при учете особенностей элементов задач. Поэтому наряду со структуризацией теоретических знаний мы провели классификацию учебных задач по информатике [4].

Заключение

Таким образом, использование адаптивных семантических моделей при моделировании процесса обучения позволяет обеспечивать: индивидуальный темп обучения при реализации обратной связи; деятельностный подход при выборе решения задачи с учетом учебных ситуаций; связь

новых понятий с существующими понятиями и представлениями, что улучшает понимание; осуществление глубокой обработки знаний, что повышает способность применять знания в новых ситуациях.

Преимущества предлагаемой нами модели представления знаний особенно значимы при контроле знаний обучаемых. Разработанная нами методика контроля знаний позволяет также структурировать вопросы и создавать адаптивные тесты.

Такая организация контроля знаний способствует качественному обучению, поскольку обучаемые анализируют базовую структуру изучаемых понятий и представлений, связывая с ними новые понятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Базы знаний интеллектуальных систем / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. СПб. : Питер, 2000. 384 с.
2. Гейвин Х. Когнитивная психология. СПб. : Питер, 2003. 272 с.
3. Григорьев А. Д., Ландэ Д. В. Адаптивный интерфейс уточнения запросов к системе контент-мониторинга InfoStream. // Труды международного семинара «Диалог 2005». 2005. С. 109–111.
4. Дикарев С. Б., Гура В. В., Целых А. Н. Некоторые подходы к проектированию адаптивных систем // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2006. № 5. С. 37–41.
5. Дикарев С. Б. Теоретические аспекты педагогического проектирования электронных образовательных ресурсов // Перспективные информационные технологии и системы (ПИТИС). 2004. № 11. С. 76–81.
6. Джонассен Д. Применение компьютеров в качестве инструмента познания // Информатика и образование. 1996. № 4. С. 73–77.
7. Зобов Б. И. Исторические и технические аспекты создания и развития автоматизированных систем обработки информации и управления // Педагогическая информатика. 2008. № 1. С. 11–17.
8. Растринин Л. А. Адаптация сложных систем. Рига : Зинатне, 1981. 375 с.
9. Сохор А. М. Логическая структура учебного материала. Вопросы дидактического анализа. М. : Педагогика, 1974. 192 с.
10. Стариченко Б. Е., Семенова И. Н., Слепухин А. В. О соотношении понятий электронного обучения в высшей школе // Образование и наука. 2014. № 9 (118). С. 51–68.
11. Строгалов А. С. Компьютерные обучающие системы: некоторые проблемы их разработок // Вузovская подготовка в информационном обществе. М. : РГГУ, 1998. С. 68–72.
12. Строгалов А. С., Шеховцов С. Г. Мышление, язык и интеллектуальное образование // Интеллектуальные системы. Т. 3. Вып. 3–4. 1998. С. 5–50.
13. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход. 2–е изд. М. : Издательский дом «Вильямс», 2006. 1408 с.
14. Шихнабиева Т. Ш. Методические основы представления и контроля знаний в области информатики с использованием адаптивных семантических моделей : дис. ... д-ра пед. наук. М., 2009.
15. Шихнабиева Т. Ш. Интеллектуальная система обучения и контроля знаний, основанная на адаптивных семантических моделях : материалы VI Международной научно-технической конференции «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем» Open Semantic Technologies for Intelligent Systems OSTIS-2016. Минск : Изд-во БГУИР, 2016. С. 503–506.

L I T E R A T U R A

1. Bazy znaniy intellektual'nykh sistem / T. A. Gavrilova, V. F. Khoroshevskiy. SPb. : Pi-ter, 2000. 384 s.
2. Geyvin Kh. Kognitivnaya psikhologiya. SPb. : Piter, 2003. 272 s.
3. Grigor'ev A. D., Lande D. V. Adaptivnyy interfeys utochneniya zaprosov k sisteme kon-tent-monitoringa InfoStream. // Trudy mezhdunarodnogo seminarara «Dialog 2005». 2005. S. 109–111.
4. Dikarev S. B., Gura V. V., Tselykh A. N. Nekotorye podkhody k proektirovaniyu adaptiv-nykh sistem // Vestnik komp'yuternykh i informatsionnykh tekhnologiy. 2006. № 5. S. 37–41.
5. Dikarev S. B. Teoreticheskie aspekty pedagogicheskogo proektirovaniya elektronnykh ob-razovatel'nykh resursov // Perspektivnye informatsionnye tekhnologii i sistemy (PITIS). 2004. № 11. S. 76–81.
6. Dzhonassen D. Primenenie komp'yuterov v kachestve instrumenta poznaniya // Informatika i obrazovanie. 1996. № 4. S. 73–77.
7. Zobov B. I. Istoricheskie i tekhnicheskie aspekty sozdaniya i razvitiya avtomatiziro-vannykh sistem obrabotki informatsii i upravleniya // Pedagogicheskaya informatika. 2008. № 1. S. 11–17.
8. Rastrigin L. A. Adaptatsiya slozhnykh sistem. Riga : Zinatne, 1981. 375 s.
9. Sokhor A. M. Logicheskaya struktura uchebnogo materiala. Voprosy didakticheskogo anali-za. M. : Pedagogika, 1974. 192 s.
10. Starichenko B. E., Semenova I. N., Slepukhin A. V. O sootnoshenii ponyatiy elektronnoho obucheniya v vysshey shkole // Obrazovanie i nauka. 2014. № 9 (118). S. 51–68.
11. Strogalov A. S. Komp'yuternye obuchayushchie sistemy: nekotorye problemy ikh razrabotok // Vuzovskaya podgotovka v informatsionnom obschestve. M. : RGGU, 1998. S. 68–72.

12. Strogalov A. S., Shekhovtsov S. G. Myshlenie, yazyk i intellektual'noe obrazovanie // Intellektual'nye sistemy. T. 3. Вып. 3–4. 1998. S. 5–50.
13. Rassel S., Norvig P. Iskusstvennyy intellekt: sovremennyy podkhod. 2–e izd. M. : Iz-datel'skiy dom «Vil'yams», 2006. 1408 s.
14. Shikhnabieva T. Sh. Metodicheskie osnovy predstavleniya i kontrolya znaniy v oblasti informatiki s ispol'zovaniem adaptivnykh semanticheskikh modeley : dic. ... d-ra ped. nauk. M., 2009.
15. Shikhnabieva T. Sh. Intellektual'naya sistema obucheniya i kontrolya znaniy, osnovannaya na adaptivnykh semanticheskikh modelyakh : materialy VI Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Otkrytye semanticheskie tekhnologii proektirovaniya intellektual'nykh sistem» Open Semantic Technologies for Intelligent Systems OSTIS-2016. Minsk : Izd-vo BGUIR, 2016. S. 503–506.

Статью рекомендует д-р пед. наук, проф. Б. Е. Стариченко