

**И. В. Левченко,
Л. И. Карташова,
Н. Д. Тамошина**

Модуль «Нисходящее моделирование интеллектуальной деятельности» в общеобразовательном курсе информатики

В статье предложено авторское изложение учебного материала, рекомендуемого к использованию при изучении моделирования интеллектуальной деятельности средствами экспертных систем.

Ключевые слова: методика обучения; общеобразовательный курс информатики; компьютерное моделирование; искусственный интеллект; экспертные системы.

В данной статье описана методика преподавания модуля «Нисходящее моделирование интеллектуальной деятельности», который необходимо рассматривать после модуля «Введение в искусственный интеллект» [7; 9].

Сначала рассмотрим **подход к реализации модуля «Нисходящее моделирование интеллектуальной деятельности»** [6]. При изложении содержания данного модуля необходимо опираться на сформированные знания и умения учащихся [4], их опыт работы с базовыми информационными технологиями [2; 3], систематически использовать необходимые технические средства и предлагать задания по поиску информации в сети Интернет [1; 5].

В рамках данного модуля предлагается рассмотреть четыре темы: «Данные и знания», «Модели представления знаний», «Структура и режимы работы экспертных систем», «Разработка экспертных систем».

Выделим предметные, метапредметные и личностные результаты обучения [8].

Предметные результаты обучения:

- иметь представление об экспертных системах и возможностях их использования;
- иметь представление об этических и социальных аспектах применения экспертных систем;
- иметь представление о перспективах развития экспертных систем;
- уметь приводить примеры решения различных задач с использованием экспертных систем;
- уметь взаимодействовать со средствами экспертных систем.

Метапредметные результаты обучения:

- сформировать универсальные учебные действия (познавательные, регулятивные, коммуникативные), обобщенные способы информационной деятельности при использовании экспертных систем;
- развить познавательный интерес и способности путем освоения и использования методов и средств экспертных систем;
- приобрести опыт использования экспертных систем в индивидуальной, групповой и коллективной учебно-познавательной деятельности.

Личностные результаты обучения:

- личностное и предпрофессиональное самоопределение через познавательную мотивацию к получению профессий в наукоемких областях и через познавательный интерес — к достижениям в области искусственного интеллекта;
- построение дальнейшей индивидуальной образовательной траектории через получение представления о перспективных направлениях развития технологий искусственного интеллекта;
- осознание стратегической важности развития технологий искусственного интеллекта для государства, общества и своего личного будущего.

Базовыми понятиями для изучения модуля являются следующие: информация и ее виды, виды данных и знаний, их кодирование, объект и система, виды информационных моделей и информационное моделирование, компьютерное и имитационное моделирование, файл и файловая система, информационные ресурсы и информационная культура, социально-этические и правовые аспекты работы с информацией, безопасность в информационном обществе.

К ***дидактическим элементам***, которые осваиваются при изучении модуля, относятся: моделирование высших психологических функций человека, база данных и знаний, виды действий со знаниями, виды моделей знаний, символичный и логический подходы, структура и режимы работы экспертных систем, прототипы экспертных систем, этапы разработки и функции специалистов экспертных систем, инструментальные программы для разработки экспертных систем, проблемы создания экспертных систем и ограничения их применения.

Остановимся на рассмотрении **методики преподавания темы «Данные и знания»**, которая является первой в модуле.

Цель: расширить и развить знания о понятиях «базы данных», «базы знаний», «данные», «знания», обобщить представление о работе с базами данных и знаний, раскрыть сущность процессов работы со знаниями.

Контрольные вопросы:

1. Какое моделирование интеллектуальной деятельности называется нисходящим?
2. Что понимается под данными?
3. Какие существуют этапы последовательной работы с данными?
4. Что понимается под знаниями?
5. В чем разница между декларативными и процедурными знаниями?
6. Какие существуют этапы последовательной работы со знаниями?
7. Назовите отличие базы данных от базы знаний?
8. Какова сущность процесса извлечения (приобретения) знаний?
9. Какова сущность процесса представления знаний?
10. Какова сущность процесса обработки знаний?

Вопросы для обсуждения:

1. Каковы связь и отличие между данными и знаниями? Приведите примеры данных и знаний из различных предметных областей.
2. Каковы особенности формализуемых, плохо формализуемых и неформализуемых знаний? Зависит ли возможность формализации знаний от источников этих знаний? Приведите примеры таких знаний из различных предметных областей.
3. Почему существуют различные способы (методы) извлечения и представления знаний? Приведите примеры.

Методические рекомендации:

1. Обращаем внимание учащихся на то, что одна из идей создания искусственного интеллекта связана с моделированием высших психологических функций человека (восприятия, воображения, памяти, мышления и речи). Моделирование такой функциональной деятельности человека ориентировано на поиск алгоритмов мышления, моделей представления знаний о различных предметных областях и т. д. Поэтому моделирование, которое направлено от рассмотрения интеллектуальных функций мозга (высокоуровневые процессы) к формальному представлению знаний (низкоуровневые процессы), называется нисходящим.

2. Приступаем к изучению понятия «знания». Человек постоянно получает информацию из окружающего мира, анализирует ее содержание, выявляет существенные закономерности и тем самым познает мир. В процессе понимания информации, ее анализа и применения на практике, основанного на полученных данных, у человека формируются знания.

Необходимо развести понятия «знания» и «данные». Обращаем внимание учащихся, что под *данными* будем понимать отдельные факты об объектах (предметы, процессы и явления) окружающего мира. В то время как под *знаниями* понимают совокупность утверждений о чем-либо, а также правила

логического вывода этих утверждений и использования результатов для принятия решений. В отличие от данных, знания более активны. Получение новых данных или установление новых связей между ними приводит к формированию новых знаний и часто становится причиной изменений в процедуре принятия решений.

Также отмечаем, что знания бывают *декларативными* (описательные знания являются утверждениями и отражают законы природы и общества, закономерности в конкретных предметных областях) и *процедурными* (алгоритмические знания определяют, как надо выполнять действия). Делаем акцент на том, что с развитием систем искусственного интеллекта часть знаний, являющихся декларативными, сосредоточивается в отдельных структурах. Процедурные знания растворены, например, в самом тексте программы, поэтому при необходимости их корректировки приходится вносить правки непосредственно в текст программы.

3. Необходимо, чтобы учащиеся хорошо представляли процесс формирования знаний. Формирование знаний человеком или системой искусственного интеллекта включает в себя три последовательных процесса: извлечение (или приобретение), представление и обработку.

Процесс извлечения знаний предполагает взаимодействие с источником знаний. Источником знаний могут быть, во-первых, люди, неявно хранящие свои знания (в голове); во-вторых, информационные ресурсы, которые явно хранят знания (учебники, энциклопедии, документы и др.). Выделяем особенности и приводим примеры формализуемых и плохо формализуемых знаний. Важно, чтобы учащиеся пришли к выводу, что неформализуемыми знаниями являются те, которые не могут быть выражены на языке представления (например, рисунки, фотографии) или на языке описания (например, словесная математическая запись).

Обращаем внимание учащихся, что системы искусственного интеллекта могут самостоятельно приобретать (извлекать) знания, используя методы интеллектуального анализа данных, статистического анализа данных и другие способы.

4. Обсуждаем *процесс представления* знаний, предполагающий перевод извлеченных (приобретенных) знаний в форму, которая может быть автоматически обработана системой искусственного интеллекта. Форма представления знаний связана с определенной структурой (совокупностью связей между элементами). В зависимости от предметной области, знания о которой нужно представить, а также от решаемой интеллектуальной задачи могут быть выбраны разные способы представления знаний.

5. При изучении *процесса обработки* знаний выделяем следующие последовательные процедуры: логический вывод (получение новых знаний из имеющихся фактов, в том числе путем сравнения существующей ситуации с теми, что есть в базе знаний, и применения найденных там шаблонов); принятие решений (выбор действия из множества возможных, полученных из расчетов

на предыдущем шаге, которые может осуществить интеллектуальная система); объяснение принятого решения (процедура, в рамках которой рассматриваются гибридные схемы построения систем искусственного интеллекта, способные объяснять свои решения и при этом обладать мощностью искусственных нейронных сетей).

Остановимся на рассмотрении **методики преподавания темы «Модели представления знаний»**, которая является второй в модуле.

Цель: обеспечить усвоение основных моделей представления знаний, сформировать понимание основ моделирования знаний.

Контрольные вопросы:

1. Какова первая модель представления декларативных знаний? В чем ее суть?
2. На какой идее основана логическая модель? Какие понятия лежат в основе этой модели?
3. Какие идеи лежат в основе продукционной модели? Какова форма представления продукционных правил?
4. На какой идее основана семантическая модель? Какова форма представления отношений между понятиями в этой модели?
5. Какие идеи лежат в основе фреймовой модели? Какова форма представления фрейма? Чем отличается прототип фрейма от экземпляра фрейма?
6. На какой идее основана синаптическая модель? Какие понятия лежат в основе этой модели?

Вопросы для обсуждения:

1. Каковы сходства и отличия различных способов представления декларативных знаний? Сравните достоинства и недостатки разных моделей представления знаний.
2. Какие технологии возможно реализовать на основе различных моделей представления знаний? Приведите примеры.

Методические рекомендации:

1. Целесообразно еще раз подчеркнуть необходимость определенным образом, через специальную форму, представить знания для возможности их автоматической обработки системой искусственного интеллекта, а также определиться с правилами этой обработки. Все это описывается конкретной *моделью представления знаний*.

2. Обсудить с учащимися, что из множества разнообразных моделей представления знаний, каждая из которых используется при решении определенного круга задач, можно выделить некоторые модели, наиболее значимые для изучения основ искусственного интеллекта, а именно: логическую, продукционную, семантическую, фреймовую, синаптическую.

Обращаем внимание учащихся на то, что все эти модели являются способами представления декларативных знаний в системах искусственного интеллекта. Также можно предложить учащимся реферативную деятельность по знакомству с другими моделями представления знаний.

3. Следует обсудить с учащимися современную *логическую модель* представления декларативных знаний, основанную на совокупности *утверждений* (истинных или ложных). Обратить внимание, что утверждения могут быть либо фактами, которые образуют базу данных — основу базы знаний, либо правилами. Логический вывод заключается в получении новых знаний из имеющихся фактов и основывается на аппарате математической логики, ее логических операциях и логических законах.

Целесообразно обратить внимание учащихся на тот факт, что Пролог (Prolog) — язык логического программирования — базируется как раз на логической модели знаний и может быть использован для моделирования знаний. Однако прикладные возможности логической модели знаний, а также системы Пролог ограничены.

4. Необходимо сообщить учащимся, что способом представления декларативных знаний, основанном на *продукционных правилах*, устанавливающих порядок преобразования действий, является продукционная модель. Представление модели:

если <условие> то <действие>.

На разборе конкретного примера (*если стена, то повернуть направо*) сделать с учащимися следующий вывод: интеллектуальная система анализирует продукционные правила и на их основе принимает решение о том, какие необходимо совершить действия.

Обратить внимание, что вывод по таким правилам может осуществляться на пути как от фактов к заключениям, так и от заключения к фактам, или смешанным способом. Отмечаем преимущества и недостатки данной модели знаний.

5. Предлагаем учащимся для изучения семантическую (сетевую) модель представления знаний, в которой знания отображаются в виде совокупности *понятий* (объектов) и *отношений* (связей) между ними.

Семантическая сеть может быть представлена взвешенным ориентированным графом, в вершинах которого указаны понятия, а дуги показывают отношения между ними. Целесообразно рассмотреть с учащимися систему «компьютер» и в процессе ее обсуждения ответить на вопросы, чем она является, что содержит, что умеет делать, для чего используется. По результатам обсуждения можно построить граф, вершинами которого будут являться ответы на вопросы, а каждая дуга будет подписана следующим образом: «является», «содержит», «умеет», «используется». Отмечаем достоинства и недостатки данной модели представления знаний.

6. Останавливаемся также на изучении *фреймовой модели* представления декларативных знаний, которая основывается на том, что информацию об окружающем мире человек хранит в виде абстрактных образов. Например, слово «клавиатура» вызывает у слушателя образ устройства, способного вводить информацию (текстовую, числовую, управляющую), имеющего клавиши

(буквенно-цифровые, управляющие и функциональные) и т. д. Делаем вывод, что фрейм представляет собой модель абстрактного образа, которая используется для хранения знаний о той или иной предметной области. Представление модели:

$$\langle \text{имя фрейма} \rangle = \langle \langle \text{слот}_1 \rangle \rangle \langle \langle \text{слот}_2 \rangle \rangle \dots \langle \langle \text{слот}_N \rangle \rangle,$$

где *слот* — это характеристики, свойственные определенному объекту.

Обращаем внимание учащихся на то, что слоты, в свою очередь, тоже могут содержать фреймы, и это говорит о возможности реализации иерархии фреймов, создания сети, за счет чего происходит наследование свойств. Обсуждаем, что реализовать данную модель представления знаний можно с помощью объектно-ориентированного программирования. Выделяем достоинства и недостатки фреймовой модели.

7. Заканчиваем изучение моделей представления декларативных знаний рассмотрением *синаптической (межнейронной) модели*. Ее суть заключается в отображении знаний по аналогии с распределенным их хранением в мозге человека. Знания, которыми располагает мозг (состоящий из нейронов, соединенных нервными волокнами и обменивающихся электрическими сигналами), закодированы в виде значений *синаптических связей* (связей между нейронами). Синаптическая модель лежит в основе построения технологий нейронных сетей. По аналогии со всеми изученными ранее моделями представления знаний также рассматриваем достоинства и недостатки синаптической модели.

Остановимся на рассмотрении **методики преподавания темы «Структура и режимы работы экспертных систем»**, которая является третьей и центральной в модуле.

Цель: сформировать представление об экспертной системе, раскрыть режимы работы экспертных систем.

Контрольные вопросы:

1. В чем сущность символического подхода к созданию интеллектуальных систем?
2. В чем сущность логического подхода к созданию интеллектуальных систем?
3. Что понимается под экспертной системой, ее назначение?
4. Каковы основные модули структуры экспертной системы?
5. Какие знания хранятся в базе знаний экспертной системы?
6. Какие данные хранятся в рабочей памяти экспертной системы?
7. Каково назначение механизма логического вывода экспертной системы?
8. Какие существуют подсистемы экспертной системы? Каково их назначение?
9. В чем сущность такого режима работы экспертной системы, как режим приобретения знаний?
10. В чем сущность такого режима работы экспертной системы, как режим решения задачи?

Вопросы для обсуждения:

1. В чем сходство и отличие символьного и логического подходов к созданию интеллектуальных систем? Почему данные подходы применимы в предметных областях с плохо формализуемыми знаниями?

2. Почему экспертная система может заменить специалистов-экспертов определенных предметных областей? Приведите примеры использования экспертных систем.

3. Какие возможности появляются при интеграции экспертной системы с другими информационными системами? Приведите примеры.

Методические рекомендации:

1. Необходимо выделить такие подходы к созданию интеллектуальных систем, как символичный и логический.

Обсуждаем идею *символьного подхода*, заключающуюся в связи возникновения интеллекта с обработкой символической информации. В этом случае математические выражения (равенства, формулы) рассматриваются как последовательность символов. Символьные вычисления выполняются в соответствии с формальными правилами преобразования выражений. Результатом выполнения символического вычисления над выражением является выражение, форма которого задается пользователем. Обращаем внимание учащихся на ограничения такого подхода, поскольку любая формальная система, содержащая символы и правила их обработки, является неполной или противоречивой.

Далее необходимо рассмотреть *логический подход*, который основан на формальной логике — логике Аристотеля, описывающей законы и формы мышления. Этот подход используется для формальных выводов новых знаний на основе уже имеющихся, например для автоматического доказательства теорем. Важно обсудить с учащимися, что логический подход не может полностью описать процессы мышления и принятия решений, связанные с озарением и интуицией человека.

2. Обратим внимание учащихся, что рассмотренные выше подходы позволяют применять системы искусственного интеллекта в предметных областях с плохо формализуемыми знаниями (например, в педагогике, медицине). Поскольку в этом случае система берет на себя некоторые интеллектуальные функции специалистов-экспертов, обладающих знаниями и умениями в конкретной предметной области, то ее называют экспертной системой.

Делаем вывод, что под *экспертной системой* будем понимать интеллектуальную систему, аккумулирующую знания о конкретных предметных областях для выработки логически обоснованных рекомендаций, нахождения решений проблем, возможности организации консультаций специалистов.

3. Рассматриваем с учащимися *структуру экспертной системы*, представленную в виде совокупности модулей (см. рис. 1).

4. Обращаем внимание учащихся на то, что экспертная система может работать в текущий момент времени в одном из двух режимов: либо приобретать знания (режим консультации), либо решать задачу (режим использования).

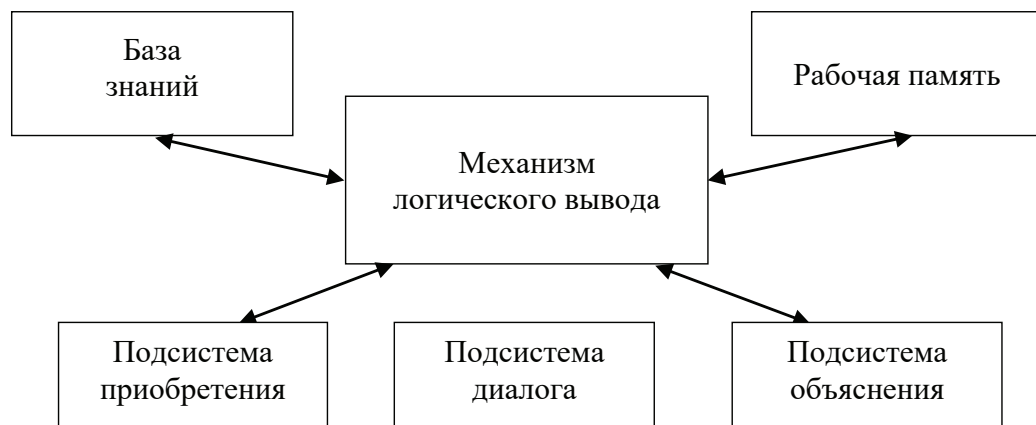


Рис. 1. Основные модули структуры экспертной системы

Важно отметить следующее: режим приобретения знаний направлен на наполнение экспертной системы знаниями, которые в дальнейшем позволят ей самостоятельно использовать их и без помощи эксперта решать разного рода задачи. Обсудить с учащимися сложности данного процесса, связанные с эвристическим характером знаний, а также с их динамической, эволюционирующей сущностью, которую сложно формализовать.

Необходимо отметить, что в режиме решения задачи взаимодействие с экспертной системой выполняет пользователь, причем экспертная система может предложить несколько различных вариантов решения задачи, и пользователю требуется принимать решение в условиях неопределенности.

Стоит обратить внимание учащихся на то, что экспертная система может быть интегрирована с другими информационными системами и взаимодействовать с их датчиками, сенсорами, исполнительными и другими устройствами. Например, экспертная система (ЭС) для распознавания опасных веществ может быть интегрирована в систему поддержки принятия решений (СППР) при ликвидации последствий аварий транспортных средств с опасными грузами. Здесь можно привести и обсудить вместе с учащимися другие примеры использования экспертных систем в разных областях.

Целесообразно совместно с учащимися рассмотреть особенности наиболее известных экспертных систем, таких как Wolfram (Alpha) и Watson (IBM), а также предложить учащимся самостоятельно найти информацию о других экспертных системах.

Делаем вывод: сегодня экспертные системы могут быть использованы не только как отдельные, но и как встраиваемые блоки в составе комплексных интеллектуальных систем для сбора, анализа и обработки больших объемов данных с целью освобождения аналитиков и руководителей от рутинной работы, поиска закономерностей в различных предметных областях и организации информационной поддержки для принятия обоснованных решений.

Остановимся на рассмотрении **методики преподавания темы «Разработка экспертных систем»**, которая является четвертой и завершающей в модуле.

Цель: дать представление об этапах и средствах разработки экспертных систем, мотивировать на их разработку.

Контрольные вопросы:

1. Что понимается под прототипами экспертных систем?
2. Каков коллектив разработчиков экспертных систем и каковы их функции?
3. Какова последовательность этапов технологии разработки экспертных систем?
4. Какие существуют типы инструментальных программ для разработки экспертных систем?
5. Какие существуют проблемы создания экспертных систем?
6. Каковы ограничения в применении экспертных систем?

Вопросы для обсуждения:

1. Почему технология разработки экспертных систем является частным случаем компьютерного моделирования? Выделите сходства и отличия.
2. В чем сущность каждого из этапов технологии разработки экспертных систем? Каково участие специалистов на каждом этапе? Почему необходимы прототипы экспертных систем?
3. Каковы возможности инструментальных программ для разработки экспертных систем? Приведите примеры.
4. Каковы возможности и ограничения в применении экспертных систем?

Ответ обоснуйте.

Методические рекомендации:

1. Важно обратить внимание учащихся на отличительные черты технологии разработки экспертных систем, которые заключаются в использовании символьных вычислений обработки данных (вместо числовых вычислений), применении методов поиска с неявным заданием шагов решения (вместо точных команд алгоритма), принятии удовлетворительного решения (вместо оптимального решения), а также в том, что передача данных и управляющей информации не разделены (разделены), изначально знания неформализованные и неточные (вместо формализованных и точных), модификации данных и знаний частые (вместо редких).

2. Необходимо, чтобы учащиеся понимали, что при разработке экспертных систем используются *прототипы* — компьютерные модели будущей экспертной системы, ее упрощенная версия, и что на основе анализа опыта работы с прототипом уточняются требования к экспертной системе, ее характеристикам, происходит разработка экспертной системы.

3. Целесообразно обсудить с учащимися коллектив разработчиков экспертных систем, в который входят такие специалисты, как эксперт, инженер по знаниям (инженер-когнитолог), программист, а также рассмотреть функционал каждого из них.

Сделать вывод, что все эти специалисты участвуют не только в разработке экспертных систем, но и в их сопровождении в процессе приобретения ими знаний и решения задач.

4. Следует остановиться на *технологии разработки экспертной системы*, включающей следующие этапы:

1. Постановка задачи.
2. Содержательный анализ.
3. Формализация.
4. Выполнение.
5. Тестирование.
6. Опытная эксплуатация.
7. Модификация.

Целесообразно рассмотреть с учащимися каждый этап и обсудить особенности такой многоэтапной технологии проектирования и создания экспертных систем. Обращаем внимание, что для разработки экспертной системы требуются значительные ресурсы: человеческие, временные, технические, программные. Также обсуждаем с учащимися возможность оптимизации разработки экспертных систем, которая заключается в использовании инструментальных программных средств (инструментальных программ).

5. Необходимо рассмотреть типы *инструментальных программ*, применяемых при разработке экспертных систем, разделенные по функциональным возможностям, обсудить особенности каждого из них, а также достоинства и недостатки.

Обратить внимание, что к первому типу относят *оболочки экспертных систем* (например, система EMYCIN, созданная на основе экспертной системы медицинской диагностики MYCIN). Создание таких систем-оболочек происходит чаще всего на основе той или иной экспертной системы, которая уже доказала свою эффективность при использовании. Ко второму типу относят *языки программирования*.

Следует обратить внимание учащихся на способы создания экспертных систем с помощью:

- языков программирования Си (C, C++), Джава (Java), Бейсик (Visual Basic), Паскаль (Pascal, Delphi) и др., использование которых позволяет разработчикам почувствовать большую свободу действий, нежели при использовании оболочек;
- языков функционального программирования, например Лисп (Lisp), и логического программирования, например Пролог, которые отличаются дополнительными возможностями обработки символьных и логических данных;
- языка программирования Питон (Python), который поддерживает процедурное, объектно-ориентированное и функциональное программирование.

Также следует обсудить с учащимися третий тип, к которому относят *интегрированные среды* поддержки разработки интеллектуальных систем,

например: ART, KEE, G2. Можно сказать, что это в некотором роде надстройки над языками искусственного интеллекта. Целесообразно уточнить, что интегрированные среды позволяют комбинировать разные стили программирования (например, логические и объектно-ориентированные) для разработки экспертных систем.

6. Необходимо остановиться на том, что существуют некоторые *проблемы создания экспертных систем*, которые вытекают из принципов разработки экспертной системы. Среди проблем можно выделить недостаток ресурсов (человеческих, аппаратных, программных) и длительность разработки; вовлечение большого числа экспертов и наличие субъективизма взглядов; необходимость приведения знаний эксперта к виду, обеспечивающему их эффективную машинную реализацию; ограниченные возможности инструментальных программ и необходимость их совместного применения и многие другие.

7. Целесообразно выделить ограничения в применении существующих экспертных систем:

- экспертные системы не всегда пригодны для применения неподготовленными пользователями;
- принятие решения экспертом происходит значительно быстрее, чем с помощью экспертной системы, которая использует вопросно-ответный режим;
- не все знания можно представить для машинной реализации;
- экспертные системы не обладают интуицией, здравым смыслом и не способны самообучаться;
- экспертные системы ограничиваются лишь некоторыми проблемными областями;
- экспертные системы невозможно применять в тех областях, где отсутствуют эксперты (например, в астрологии);
- экспертные системы целесообразно привлекать только для решения когнитивных задач;
- экспертные системы оказываются неэффективными при проведении анализа тысяч различных возможностей и многих переменных, изменяемых во времени.

Делаем вывод, что проблемы создания экспертных систем и ограничения их применения свидетельствуют о невозможности удовлетвориться лишь нисходящим моделированием для автоматизации интеллектуальной деятельности человека.

Литература

1. *Карташова Л. И., Левченко И. В.* Методика обучения информационным технологиям учащихся основной школы в условиях фундаментализации образования // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования». 2014. № 2 (28). С. 25–33.

2. *Карташова Л. И., Левченко И. В., Павлова А. Е.* Обучение учащихся основной школы технологии работы с базами данных, инвариантное относительно программных средств // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования». 2017. № 3 (41). С. 57–63.

3. *Карташова Л. И., Левченко И. В., Павлова А. Е.* Обучение учащихся основной школы технологии работы с электронными таблицами, инвариантное относительно программных средств // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования». 2016. № 3 (37). С. 39–46.

4. *Левченко И. В.* Формирование инвариантного содержания школьного курса информатики как элемента фундаментальной методической подготовки учителей информатики // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Информатизация образования». 2009. № 3. С. 61–64.

5. *Левченко И. В.* Информационные технологии в общеобразовательном курсе информатики в контексте фундаментализации образования // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Информатизация образования». 2018. Т. 15. № 3. С. 282–293.

6. *Левченко И. В.* Основные подходы к обучению элементам искусственного интеллекта в школьном курсе информатики // Информатика и образование. 2019. № 6. С. 7–15.

7. *Левченко И. В., Левченко Е. С., Михайлюк А. А.* Практические работы элективного курса «Основы искусственного интеллекта». М.: Образование и Информатика, 2019. 64 с.

8. Реализация развивающего потенциала обучения информатике в условиях внедрения государственных образовательных стандартов второго поколения / С. Г. Григорьев [и др.] // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Информатизация образования». 2010. № 1. С. 13–26.

9. Элективный курс «Основы искусственного интеллекта» / И. В. Левченко [и др.]. М.: Образование и Информатика, 2019. 96 с.

Literatura

1. *Kartashova L. I., Levchenko I. V.* Metodika obucheniya informacionny`m texnologiyam uchashhixsya osnovnoj shkoly` v usloviyax fundamentalizacii obrazovaniya // Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya «Informatika i informatizaciya obrazovaniya». 2014. № 2 (28). S. 25–33.

2. *Kartashova L. I., Levchenko I. V., Pavlova A. E.* Obuchenie uchashhixsya osnovnoj shkoly` texnologii raboty` s bazami dannyx, invariantnoe otnositel`no programmny`x sredstv // Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya «Informatika i informatizaciya obrazovaniya». 2017. № 3 (41). S. 57–63.

3. *Kartashova L. I., Levchenko I. V., Pavlova A. E.* Obuchenie uchashhixsya osnovnoj shkoly` texnologii raboty` s e`lektronny`mi tabliczami, invariantnoe otnositel`no programmny`x sredstv // Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya «Informatika i informatizaciya obrazovaniya». 2016. № 3 (37). S. 39–46.

4. *Levchenko I. V.* Formirovanie invariantnogo sodержaniya shkol`nogo kursa informatiki kak e`lementa fundamental`noj metodicheskoy podgotovki uchitelej informatiki // Vestnik Rossijskogo universiteta druzhby` narodov. Seriya «Informatizaciya obrazovaniya». 2009. № 3. S. 61–64.

5. *Levchenko I. V.* Informacionny`e tehnologii v obshheobrazovatel`nom kurse informatiki v kontekste fundamentalizacii obrazovaniya // Vestnik Rossijskogo universiteta družby` narodov. Seriya «Informatizaciya obrazovaniya». 2018. T. 15. № 3. S. 282–293.

6. *Levchenko I. V.* Osnovny`e podxody` k obucheniyu e`lementam iskusstvennogo intellekta v shkol`nom kurse informatiki // Informatika i obrazovanie. 2019. № 6. S. 7–15.

7. *Levchenko I. V., Levchenko E. S., Mixajlyuk A. A.* Prakticheskie raboty` e`lektivnogo kursa «Osnovy` iskusstvennogo intellekta». M.: Obrazovanie i Informatika, 2019. 64 s.

8. Realizaciya razvivayushhego potentsiala obucheniya informatike v usloviyax vnedreniya gosudarstvenny`x obrazovatel`ny`x standartov vtorogo pokoleniya / S. G. Grigor`ev [i dr.] // Vestnik Rossijskogo universiteta družby` narodov. Seriya «Informatizaciya obrazovaniya». 2010. № 1. S. 13–26.

9. E`lektivny`j kurs «Osnovy` iskusstvennogo intellekta» / I. V. Levchenko [i dr.]. M.: Obrazovanie i Informatika, 2019. 96 s.

*I. V. Levchenko,
L. I. Kartashova,
N. D. Tamoshina*

**Module «Downstream Modeling of Intellectual Activity»
in the General Education Course of Informatics**

The article suggests a certain sequence of presentation of educational material when considering the modeling of intellectual activity by means of expert systems.

Keywords: methodic of teaching; general education course of informatics; computer modelling; artificial intelligence; expert systems.