

**КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ
И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Кафедра системного анализа и информационных технологий

А.М. ЮРИН

ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ

Учебно-методическое пособие

Казань – 2015

УДК 004.891
ББК 32.814

*Принято на заседании кафедры системного анализа
и информационных технологий
Протокол № 7 от 14 апреля 2015 года*

Рецензенты:

кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры теоретической кибернетики КФУ **В.С. Кугураков;**
кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры системного анализа и информационных технологий КФУ
В.Ю. Михайлов

Юрин А.М.

Экспертные системы / А.М. Юрин. – Казань: Казан. ун-т, 2015 . – 19 с.

Пособие представляет собой конспект лекций по некоторым темам дисциплины «Интеллектуальные системы», предназначенной для студентов направления «Фундаментальная информатика и информационные технологии».

© Юрин А.М., 2015

© Казанский университет, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ	5
ГЛАВА 2. СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ	9
ГЛАВА 3. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗНАНИЙ.....	11
ГЛАВА 4. ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ExPRO 2.....	12
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	18

ВВЕДЕНИЕ

Экспертные системы с середины 1980-х годов стали широко разрабатываться и практически использоваться для решения трудноформализуемых и плохо структурируемых задач в различных сферах деятельности человека: медицина, военное дело, вычислительная техника, промышленность и др.

Экспертные системы развивались как новая информационная технология, позволяющая при решении задач преобразовывать как данные, так и знания.

Экспертные системы (ЭС) явились результатом практической реализации теории искусственного интеллекта (ИИ), применение которых существенно расширило область использования вычислительной техники.

Цель занятий по курсу "Экспертные системы": познакомить с принципами разработки и функционирования ЭС, приобретения и обработки знаний, достижениями в области использования ЭС в юридической и других областях деятельности специалистов.

ГЛАВА 1.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ

1.1. Основные понятия искусственного интеллекта

Термин интеллект (*intelligence*) происходит от латинского *intellectus* — что означает ум, рассудок, разум; мыслительные способности человека. Соответственно искусственный интеллект (*artificial intelligence*) — обычно толкуется, как свойство автоматических систем брать на себя отдельные функции интеллекта человека, например, выбирать и принимать оптимальные решения на основе ранее полученного опыта и рационального анализа внешних воздействий.

Интеллектом называется способность мозга решать (интеллектуальные) задачи путем приобретения, запоминания и целенаправленного преобразования знаний в процессе обучения на опыте и адаптации к разнообразным обстоятельствам.

Деятельность мозга (обладающего интеллектом), направленную на решение интеллектуальных задач, мы будем называть мышлением, или интеллектуальной деятельностью. Интеллект и мышление органически связаны с решением таких задач, как доказательство теорем, логический анализ, распознавание ситуаций, планирование поведения, игры и управление в условиях неопределенности. Характерными чертами интеллекта, проявляющимися в процессе решения задач, являются способность к обучению, обобщению, накоплению опыта (знаний и навыков) и адаптации к изменяющимся условиям в процессе решения задач. Благодаря этим качествам интеллекта мозг может решать разнообразные задачи, а также легко перестраиваться с решения одной задачи на другую. Таким образом, мозг, наделенный интеллектом, является универсальным средством решения широкого круга задач (в том числе неформализованных) для которых нет стандартных, заранее известных методов решения.

Можно сказать, что именно этот путь используют практически все системы ИИ. Ведь понятно, что практически невозможно заложить все знания в достаточно сложную систему. Кроме того, только на этом пути проявятся перечисленные выше признаки интеллектуальной деятельности (накопление опыта, адаптация и т. д.).

1.2. История развития искусственного интеллекта

Цель исследований в области искусственного интеллекта: создание искусственных систем, способных выполнять не хуже человека ту работу, которую люди традиционно относят к сфере интеллектуального труда.

В ИИ для проведения исследований используются знания по психологии, философии, обработки данных и лингвистике.

Термин "Искусственный интеллект" был предложен в 1956 г. На семинаре в Станфордском университете (США). Семинар был посвящен разработке логических, а не вычислительных задач.

Были рассмотрены основные направления создания искусственного интеллекта:

Нейрокибернетика – моделирование работы человеческого мозга;

Кибернетика черного ящика, которая включала разработку программ решения интеллектуальных задач.

Наибольшее развитие получило второе направления.

1.3 Задачи искусственного интеллекта

В области ИИ развивались следующие направления исследований:

Доказательство теорем. Практической реализацией этого направления явилось создание метода резолюций, используемого в логическом программировании;

Моделирование игр (моделирование игры в шахматы, военное дело, деловые игры);

Распознавание образов (использование в медицине и промышленности);

Робототехника (создание промышленных и бытовых роботов);

Экспертные системы (создание систем решения интеллектуальных задач;

Инженерия знаний (разработка языков представления знаний).

Экспертные системы не могут существовать без представления знаний.

Информация – это сведения об объектах и явлениях окружающей среды, их параметрах, свойствах и состояниях, которые уменьшают имеющуюся степень неопределенности, неполноты знаний.



Знания – это выявленные закономерности предметной области, принципы, связи, законы, позволяющие решать задачи об этой области.

Формы существования знаний:

Знания в памяти человека, которые являются результатом мышления;

Материальные носители знаний: учебники, научно – техническая литература и пр.;

Поле знаний, условное описание основных объектов предметной области;

Знания, описанные на языках представления знаний;

Базы данных.

Данные – определённые факты, характеризующие объекты, процессы, явления в предметной области и свойства.

Формы данных:

Данные, результат измерения.

Данные на материальных носителях. {таблицы}

Модели или структуры данных в виде диаграмм, графиков функций.

Данные на компьютере на языке описания данных (SQL).

Базы данных на машинных носителях.

Предметной областью называется совокупность объектов, их свойств и отношений между ними (медицина, математика, пошив одежды и т.п.).

Характеристика предметной области.

Традиционные знания.

Коллективный опыт.

Личный опыт.

Вопрос. В любой ли области существует смысл разрабатывать экспертные системы? Нужно, где преобладают личные знания.

1.4. Экспертные системы – направление исследований по искусственному интеллекту

В середине 70-х годов XX века в ИИ выделилось направление называемое экспертными системами. Цель исследования этого направления – разработка программ (устройств), которые при решении задач, трудных для эксперта-человека, получают результаты, не уступающие по качеству и эффективности решениям эксперта.

Область применения экспертных систем: диагностика, мониторинг, проектирование, прогнозирование, планирование, обучение.

ГЛАВА 2.

СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

2.1. Классификация и виды экспертных систем

Классификация экспертных систем:

Статические экспертные системы

Динамические экспертные системы

Интегрированные экспертные системы

2.2. Типовая структура экспертных систем

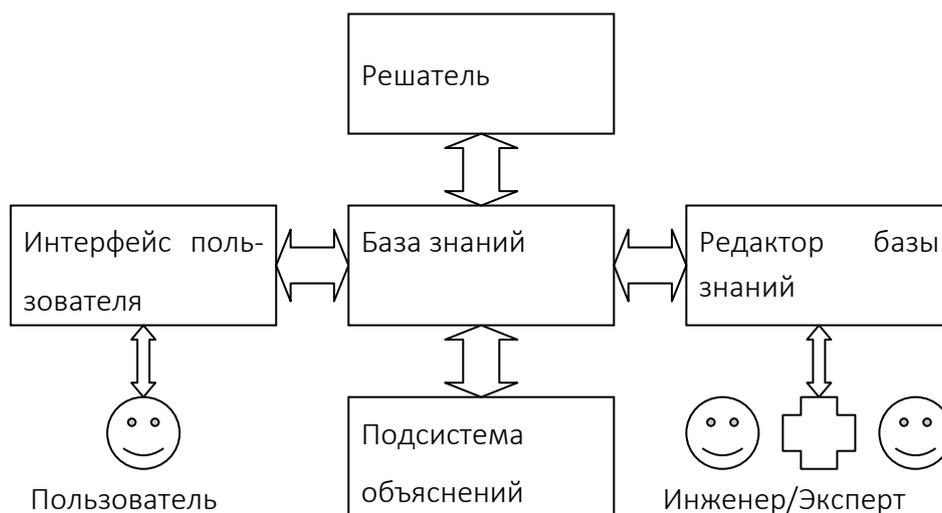


Рис. 1.1. Типовая структура экспертной системы.

Пользователь решает задачи предметной области.

Интеллектуальный пользователь предназначен для преобразования информации на языке предметной области на внутреннюю информацию системы. Интерфейс пользователя обеспечивает взаимосвязь пользователя с экспортной системы.

Приобретения знаний. (знание эксперта, инженер по знаниям) Редактор базы данных, управление базы знаний. Базы знаний содержат правила и факты.

Вывод и формализование данных_Или интерпретатор правил предназначен для логического вывода решения путем использования базы знания и обеспечивает формирование решения.

Мало получать решения, нужно представить в том виде, в каком это решение будет понятно пользователю.

Объяснение решений.

Вопрос. Как полученное решение? Почему экспортная система просит ту или иную информацию?

Протокол - порядок выполнения правил.

Рабочая база знаний - знания необходимые в процессе принятия решений.

ГЛАВА 3.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗНАНИЙ

3.1. Модели представления знаний

Существуют следующие модели представления знаний:

логическая,
продукционная,
фреймовая,
семантическая сеть,
комбинированная.

Логическая модель обладает большими возможностями описания знаний, но имеет ограничения на пространство поиска решений и сложна в понимании формализованных знаний. Для построения механизма логического вывода требуется применение методов доказательства существования решения.

Продукционная модель используется для широкого класса задач. Однако при большом объёме знаний усложняется понимание взаимосвязей объектов предметной области.

Семантические сети, как модель представления знаний, позволяют установить связи между понятиями предметной области. Представление знаний только в виде семантических сетей в ряде случаев оказывается неудобным или неэффективным, поэтому семантические сети используются как дополнение к продукционным моделям.

ГЛАВА 4.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ExPRO 2

Экспертная система ExPRO развивается как инструментальное средство решения широкого класса задач с различной степенью интеллектуальности.

На Рис.1 приведена структура экспертной системы ExPRO 2, которая содержит следующие подсистемы: интерфейс пользователя, редактор базы знаний, подсистема управления решением, базу знаний и базу данных.

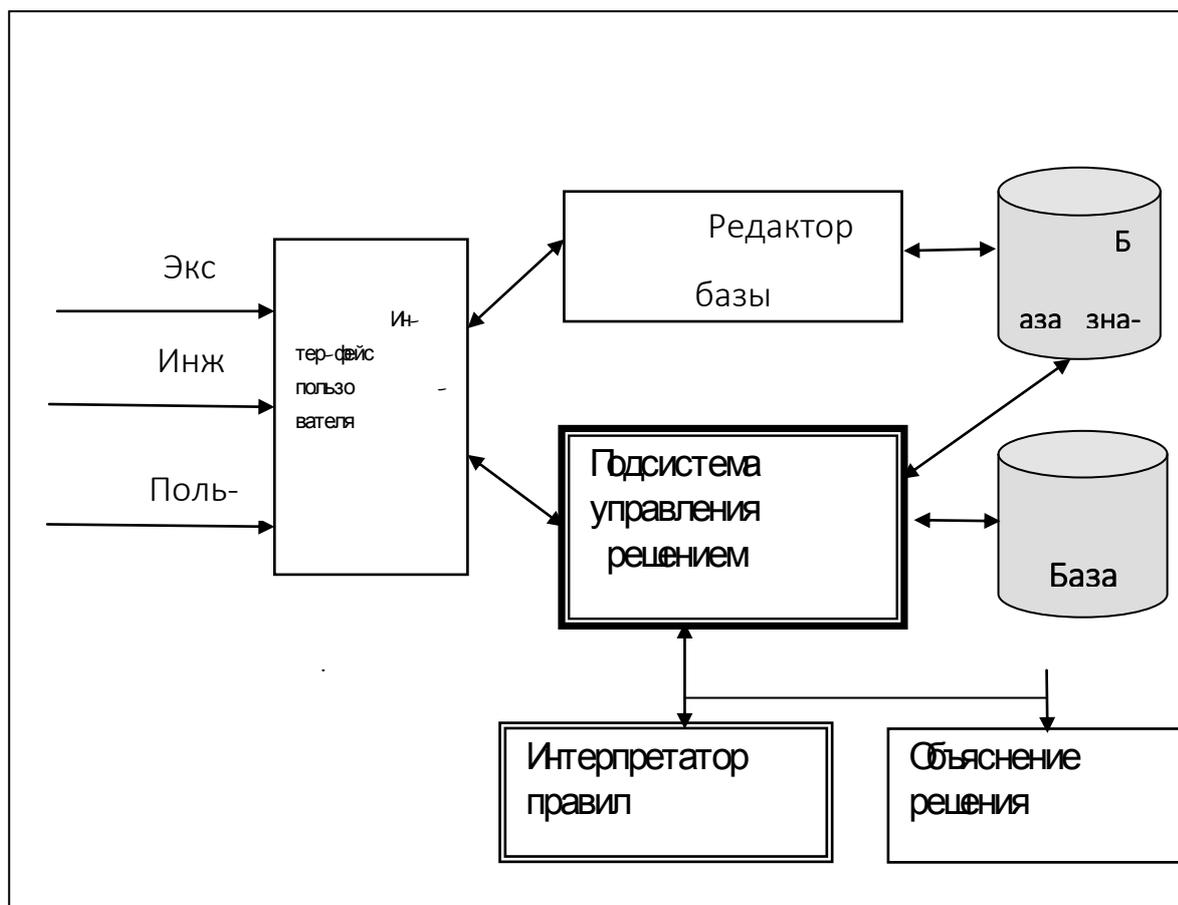


Рис.1. Структура экспертной системы ExPRO 2

Подсистема управления решением, в свою очередь, включает: транслятор базы знаний, интерпретатор правил и модуль объяснения.

Интерфейс пользователя позволяет организовать работу системы в двух режимах:

Создание базы знаний для решения задачи предметной области;

Решение задачи пользователем предметной области.

При работе в первом режиме участвует эксперт (квалифицированный технолог) и инженер по знаниям (ИнжЗн). С помощью редактора базы знаний вводятся данные и правила.

Данные, необходимые для решения задач, могут быть представлены в виде констант, списков, таблиц и рисунков.

Правила отображают продукционную модель представления знаний и являются формализованными знаниями о предметной области, используемыми для решения задач.

Редактор базы знаний формирует базу знаний и сохраняет в виде текстового файла на языке логического программирования. Имеются средства просмотра базы знаний и поиска фрагментов по ключевым словам.

В режиме решения задач пользователь предметной области выбирает базу знаний и задает цель, для достижения которой используется интерпретатор правил.

Подсистема управления решением определяет порядок решения задач. База знаний с помощью транслятора преобразуется во внутреннее представление системы, которое отображается в виде логической модели.

Решение задачи выполняется интерпретатором правил, который для достижения заданной цели выполняет обратный логический вывод.

Для проверки правильности результата решения используется подсистема объяснения. В процессе решения формируется протокол выполнения правил, в котором указана последовательность выполнения правил и значения всех переменных, определенных в этих правилах.

Язык представления знаний (ЯПЗ) содержит широкий набор функций:

Ввод и вывод данных;

Функции управления;

Вычислительные функции;

Тригонометрические функции;

Работа со списками;

Работа с таблицами;
Преобразование данных;
Функции файлового ввода и вывода.

Язык системы ExPRO 2 позволяет решать итерационные задачи с использованием правил базы знаний. Правило имеет следующую структуру:

ПОКА (<Условие>)

Действие 1

Действие 2

Действие 3

.....

Действие N

ВЫХОД

Действие

Пока условие истинно, выполняются действия правила. Как только условие стало ложным, выполняется действие после функции **ВЫХОД**.

В качестве целевой функции может быть функция **ПОСЛ**, которая позволяет сложную задачу разделить на подзадачи.

База знаний системы ExPRO содержит следующую информацию:

Общее описание базы знаний;
Описание переменных;
Список целей;
Описание правил;
Файлы рисунков;
Файлы таблиц;
Файлы шаблонов;
Файлы документов.

Процесс решения задач в экспертных системах определяется как последовательность действий, преобразующих начальное состояние объекта предметной области в целевое состояние, определяемое заданной целью.

На процесс решения задач влияют следующие факторы:

- характер предметной области (статические, динамические);
- модель представления знаний (продукционная, фреймовая, сетевая, логическая);
- метод решения задачи.

Экспертная система ExPRO 2 является интегрированным программным комплексом, использующим стандартные программные средства (Рис.2).

С помощью системы Excel создаются таблицы данных об объектах предметной области. Данные в табличной форме вводятся в систему EXPRO 6 и используются интерпретатором правил как внешняя база данных. С помощью функций ЯПЗ системы можно выбрать значение элемента таблицы и выполнить необходимые преобразования.

В новых версиях системы имеется возможность работать с внешними базами данных, например, Access, используя язык SQL-запросов. Запрос к внешней базе данных формируется автоматически в процессе работы интерпретатора правил. Полученная информация от внешней базы данных формируется в виде списка или таблицы и используется в правилах при выполнении логического вывода решения.

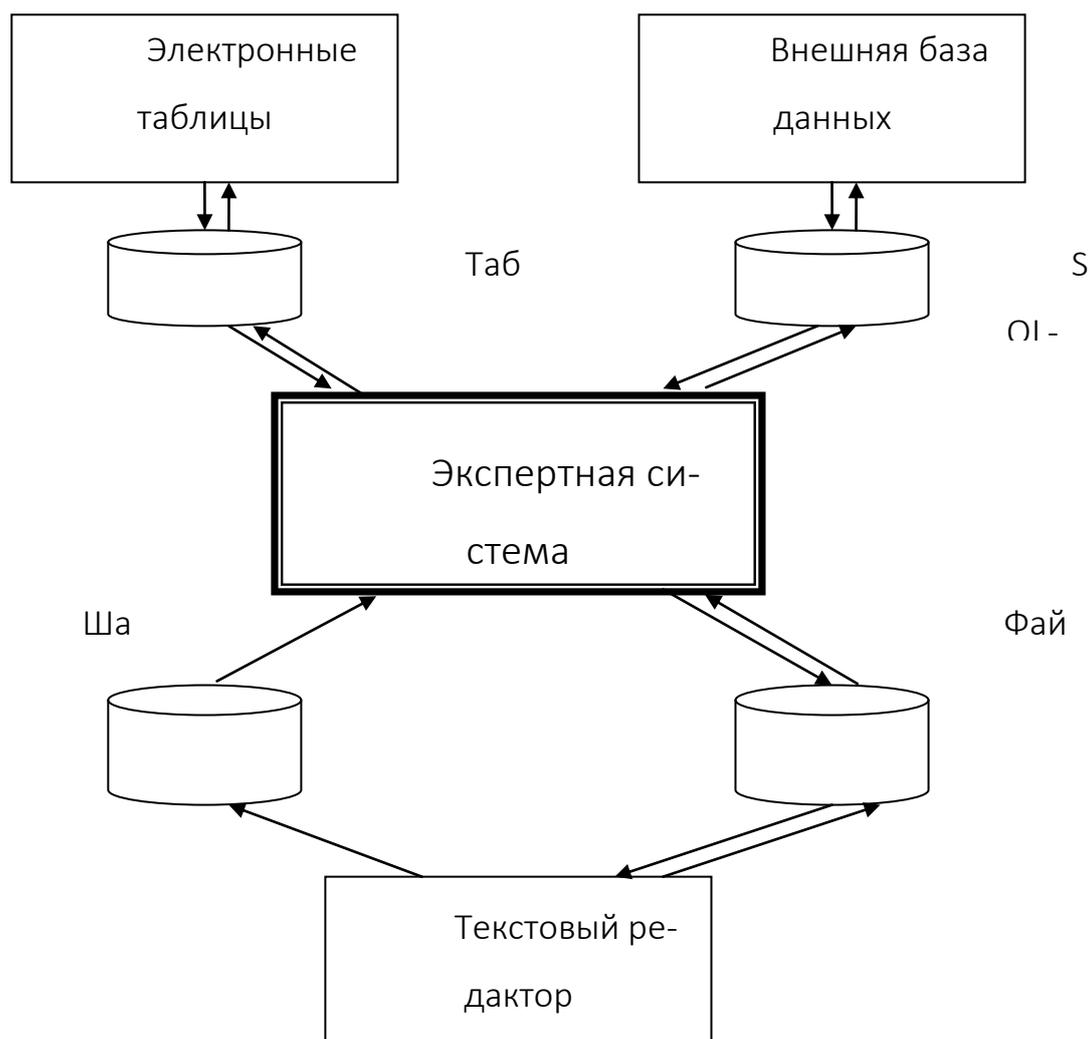


Рис. 2.

Для оформления документов создается шаблон в текстовом редакторе WORD с указанием местоположения значений переменных, полученных в результате логического вывода

В полях шаблона для ввода значений переменных указывается символ @ и имя переменной, например @V.

При выводе документа указывается имя шаблона.

Разработанные инструментальные средства системы ExPRO апробированы на задачах из разных предметных областях:

1. Технологическое проектирование (выбор оборудования и режущего инструмента, формирование состава переходов в операции);

2. Проектно-конструкторские задачи (расчет площадей произвольной формы, выбор конфигурации вычислительных средств, проектирование оборудования).
3. Диагностика технических систем (определение неисправностей компьютера и периферийных устройств, диагностика автомобильных двигателей);
4. Медицинская диагностика (диагностика инфекционных заболеваний и др.);
5. Финансово-экономический анализ предприятий (экономический анализ поставщиков, оценка финансовой устойчивости предприятия и др.);
6. Тестирование знаний (тестирование знаний по информатике, оценка деловых качеств руководителя);
7. Рациональное питание (санаторное питание, выбор рационального питания);
8. Психология личности (оценка ценностных ориентаций человека, характеристика личности и др.);
9. Юридическая деятельность.

Представляет интерес решение транспортной задачи с использованием технологии экспертных систем. Разработан исследовательский прототип базы знаний на языке EXPRO, в котором реализован метод северо-западного угла и метод потенциалов.

Ведутся исследования по формализации знаний в области проектирования конечных автоматов. К трудно-формализуемым задачам относится минимизация таблиц переходов. Разработан макет базы знаний по нахождению несовместимых множеств для полностью определенных таблиц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Информатика: Учебник/ Под ред. проф. Н.В. Макаровой – М.: Финансы и статистика, 1997.
2. Искусственный интеллект: Применение в интегрированных производственных системах/ Под ред. Э. Кьюсиака; Пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1991.
3. Искусственный интеллект: в 3-х кн. Кн.1. Системы общения и экспертные системы. Справочник/ Под ред. Э.В. Попова – М.: Радио и связь, 1990.
4. Осуга С. Обработка знаний: Пер. с япон. – М.: Мир, 1989.
5. Попов Э.В. Экспертные системы: Решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987.
6. Искусственный интеллект – основа новой информационной технологии / Пospelов Г.С. – М.: Наука, 1998.
7. Представление и использование знаний: Пер. с япон./ Под ред. Х.Уэно, М. Исидзука. - М.: Мир, 1989.
8. Приобретение знаний : Пер. с япон. / Под ред. С. Осуги, Ю. Саэки. – М.: Мир, 1990.
9. Реальность и прогнозы искусственного интеллекта: Сб. статей; Пер. с англ./ Под ред. и с предисл. В.Л. Стефанюка. – М.: Мир, 1987.
10. Статические и динамические экспертные системы. Учеб. пособие / Э.В. Попов, И.Б. Фоминых, Е.Б. Кисель, М.Д. Шапот. М.: Финансы и статистика, 1996.
11. Таунсенд К., Фохт Д. Проектирование и программная реализация экспертных систем на персональных ЭВМ: Пер. с англ. - М.: Финансы и статистика, 1990.
12. Уотермен Д. Руководство по экспертным системам: Пер. с англ. - М.: Мир., 1989.
13. Эндрю А. Искусственный интеллект: Пер. с англ. / Под ред. Поспелова Д.А. М.: Мир, 1985.

Учебное издание

Юрин Арнольд Менделевич

ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ

Дизайн обложки

М.А. Ахметов

Подписано в печать 14.09.2013.

Бумага офсетная. Печать цифровая.

Формат 60x84 1/16. Гарнитура «Times New Roman». Усл. печ. л. .

Тираж экз. Заказ

Отпечатано с готового оригинал-макета
в типографии Издательства Казанского университета

420008, г. Казань, ул. Профессора Нужи́на, 1/37
тел. (843) 233-73-59, 233-73-28