

Министерство образования и науки Российской Федерации

Калужский филиал
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
**«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»**
(КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Ю.С. Белов, С.С. Гришунов

РАЗРАБОТКА ПРОСТОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ
Методические указания по выполнению домашней работы
по курсу «Экспертные системы»

Калуга - 2017

УДК 004.891

ББК 32.813

Б435

Б43 Белов Ю.С., Гришунов С.С. Разработка простой экспертной системы. Методические указания по выполнению домашней работы по курсу «Экспертные системы». — М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. — 18 с.

Методические указания к выполнению домашней работы в рамках самостоятельной работы студентов по курсу «Экспертные системы» содержат краткое описание извлечения и представления знаний при разработке экспертных систем.

Предназначены для студентов 4-го курса бакалавриата КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, обучающихся по направлению подготовки 09.03.04 «Программная инженерия».

УДК 004.891

ББК 32.813

© Белов Ю.С., Гришунов С.С.

© Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	4
ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДОМАШНЕЙ РАБОТЫ, ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ЕГО ВЫПОЛНЕНИЯ.....	5
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ. РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ.....	6
ЗАДАЧИ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ДОМАШНЕЙ РАБОТЫ.....	14
ТРЕБОВАНИЯ К РЕАЛИЗАЦИИ.....	14
ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ.....	14
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ.....	16
ФОРМА ОТЧЕТА ПО ДОМАШНЕЙ РАБОТЕ.....	16
ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	17
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	17

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические указания составлены в соответствии с программой проведения лабораторных работ по курсу «Экспертные системы» на кафедре «Программное обеспечение ЭВМ, информационные технологии и прикладная математика» факультета фундаментальных наук Калужского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Методические указания, ориентированные на студентов 4-го курса направления подготовки 09.03.04 «Программная инженерия», содержат краткое описание извлечения и представления знаний при разработке экспертных систем, а также задание для домашней работы. Для выполнения домашней работы студенту необходимы минимальные знания по программированию на высокоуровневом языке программирования и знание базовых понятий в области экспертных систем.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДОМАШНЕЙ РАБОТЫ, ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ЕГО ВЫПОЛНЕНИЯ

Целью выполнения домашней работы является формирование практических навыков по разработке экспертных систем.

Основными задачами выполнения домашней работы являются:

1. получение навыка выделения знаний в заданной предметной области
2. научиться реализовывать логику работы экспертной системы различными инструментами
3. получить навыки по работе с правилами для обработки данных
4. понимать формы представления знаний в ЭС

Результатами работы являются:

- Разработанный проект модели экспертной системы по заданной предметной области
- Реализация разработанной модели на любом высокоуровневом языке программирования
- Подготовленный отчет

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ. РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

Экспертная система - это система, которая может полностью взять на себя функции, выполнение которых обычно требует привлечения опыта человека-специалиста, или играть роль ассистента для человека, принимающего решение, который может [объяснить принятое решение](#). Правильное распределение функций между человеком и машиной является одним из ключевых условий высокой эффективности внедрения экспертных систем.

Технология экспертных систем является одним из направлений области исследования, которая получила наименование искусственного интеллекта (Artificial Intelligence — AI). Исследования в этой области сконцентрированы на разработке и внедрении компьютерных программ, способных эмулировать (имитировать, воспроизводить) те области деятельности человека, которые требуют мышления, определенного мастерства и накопленного опыта. К ним относятся задачи принятия решений, распознавания образов и понимания человеческого языка.

К числу основных участников построения и эксплуатации ЭС следует отнести саму экспертную систему, [экспертов](#), [инженеров знаний](#), [средства построения ЭС](#) и пользователей. Их основные роли и взаимоотношение приведены на рисунке 1.

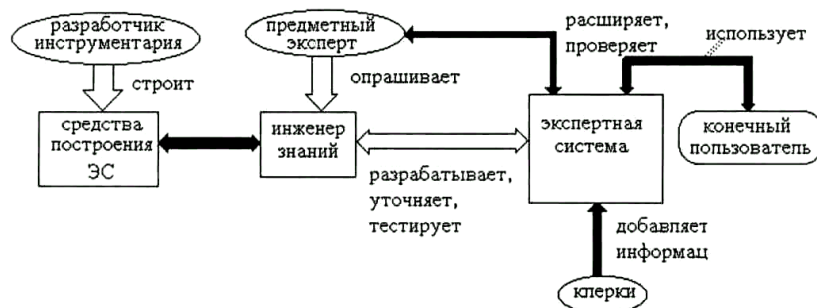


Рис.1 – Взаимодействие участников построения и эксплуатации ЭС

Средство построения ЭС — это программное средство, используемое инженером знаний или программистом для построения ЭС. Этот инструмент отличается от обычных языков программирования тем, что обеспечивает удобные способы представления сложных высокоуровневых понятий.

Эксперт — человек, обладающий знаниями и навыками, которые необходимо передать экспертной системе.

Инженер знаний — человек, которые выделяет и структурирует знания эксперта.

Получение знаний

При формировании поля знаний ключевым вопросом является **процесс получения знаний**, когда происходит **перенос компетентности экспертов на инженеров по знаниям**. Для названия этого процесса в литературе по ЭС получили распространение несколько терминов: приобретение, добыча, извлечение, получение, выявление, формирование знаний. В англоязычной специальной литературе в основном используются два термина: **acquisition** (приобретение) и **elicitation** (выявление, извлечение, установление).

Извлечение знаний (knowledge elicitation) — это процесс взаимодействия аналитика с источником знаний, в результате которого становится явным процесс рассуждений специалиста при принятии решения и структура его представлений о предметной области.

Процесс извлечения знаний — это длительная и трудоемкая процедура, в которой инженеру по знаниям, вооруженному специальными знаниями по психологии, системному анализу, математической логике и пр., необходимо воссоздать модель предметной области, которой пользуются эксперты для принятия решения. Часто начинающие разработчики ЭС, желая упростить эту процедуру, пытаются подменить инженера по знаниям самим экспертом. Классификация методов практического извлечения знаний представлена на рисунке 2.

На выбор метода влияют три фактора:

- личностные особенности инженера по знаниям,

- личностные особенности эксперта
- характеристика предметной области.

Одна из возможных классификаций людей по **психологическим характеристикам делит всех на три типа:**

- мыслитель (познавательный тип);
- собеседник (эмоционально-коммуникативный тип);
- практик (практический тип).

Мыслители ориентированы на интеллектуальную работу, учебу, теоретические.

Собеседники — это общительные, открытые люди, готовые к сотрудничеству.

Практики предпочитают действие разговорам, хорошо реализуют замыслы других, направлены на результативность работы.



Рис.2 – Классификация практических методов извлечения знаний

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ДОМАШНЕЙ РАБОТЫ

Форма представления знаний в ЭС

Основой любой ЭС является совокупность знаний, структурированная в целях упрощения процесса принятия решения. Для специалистов в области искусственного интеллекта термин знания означает информацию, которая необходима программе, чтобы она вела себя "интеллектуально". Эта информация принимает форму фактов и правил.

Факты и правила в ЭС не всегда либо истинны, либо ложные. Иногда существует некоторая степень неуверенности в достоверности факта или точности правила. Это может быть вызвано недостаточно полным знанием предметной области или недостаточной информацией о конкретной ситуации. Если это сомнение выражено явно, то оно называется "коэффициентом доверия".

Коэффициент доверия — это число, которое означает вероятность или степень уверенности, с которой можно считать данный факт или правило достоверным или справедливым.

Знания в ЭС должны быть организованы так, чтобы знания о предметной области отделить от других типов знаний системы, таких как общие знания о том, как решать задачи или знание о том, как взаимодействовать с пользователем. Выделенные знания о предметной области называются базой знаний, тогда как общие знания о нахождении решений задач называются механизмом вывода. Программные средства, которые работают со знаниями, организованными таким образом, называются системами, основанными на знаниях.

Правила являются не единственно возможным способом представления информации о концептах в виде пар "атрибут-значение" для целей классификации. Альтернативный метод структурирования такой информации — использование *дерева решения*. Существуют эффективные алгоритмы конструирования таких деревьев из исходных данных.

Дерево решений представляет один из способов разбиения множества данных на классы или категории. **Корень дерева** неявно содержит все классифицируемые данные, а **листья** — определенные классы после выполнения классификации. Промежуточные узлы дерева представляют **пункты принятия решения о выборе** или выполнения тестирующих процедур с атрибутами элементов данных, которые служат для дальнейшего разделения данных в этом узле.

Дерево решений можно определить как структуру, которая состоит из:

- **узлов-листьев**, каждый из которых представляет определенный класс;
 - **узлов принятия решений**, специфицирующих определенные тестовые процедуры, которые должны быть выполнены по отношению к одному из значений атрибутов;
- из узла принятия решений выходят ветви, количество которых соответствует количеству возможных исходов тестирующей процедуры.

Можно рассматривать дерево решений и с другой точки зрения: промежуточные узлы дерева соответствуют атрибутам классифицируемых объектов, а дуги – возможным альтернативным значениям этих атрибутов. Пример дерева представлен на рисунке 2.

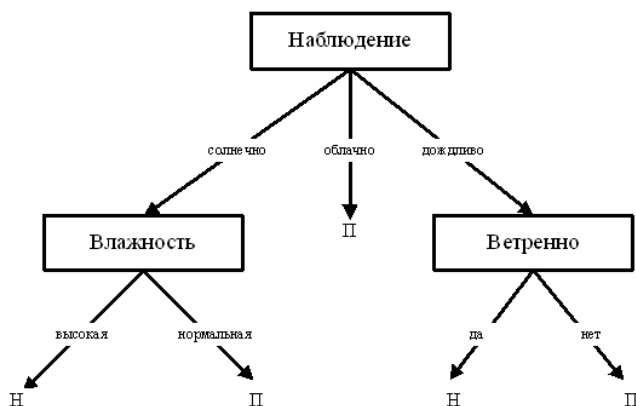


Рис.2 – Пример дерева решения

На этом дереве промежуточные узлы представляют атрибуты наблюдение, влажность, ветрено. Листья дерева промаркированы одним из двух классов П или Н. Можно считать, что П соответствует классу позитивных экземпляров концепта, а Н – классу негативных. Например, П может представлять класс "выйти на прогулку", а Н – класс "сидеть дома".

Хотя очевидно, что дерево решений является способом представления, отличным от порождающих правил, дереву можно сопоставить определенное правило классификации, которое дает для каждого объекта, обладающего соответствующим набором атрибутов (он представлен множеством промежуточных узлов дерева), решение, к какому из классов отнести этот объект (набор классов представлен множеством значений листьев дерева). В приведенном примере правило будет относить объекты к классу П или Н. Можно прямо транслировать дерево в правило:

```
Если  (наблюдение = облачно)
      или
      ((наблюдение=солнечно)и
      (влажность=нормальная))
      или
      ((наблюдение=дождливо)и
      (ветренно=нет))
то    П
```

Единственное приведенное правило, созданное непосредственно после преобразования дерева, можно **разделить на три отдельных правила**, которые не требуют использования логической дизъюнкции, а затем представить каждое из них на языке описания порождающих правил:

Если наблюдение = облачно
то П

Если (наблюдение=солнечно)и
(влажность=нормальная)
то П

Если (наблюдение=дождливо)и
(ветренно=нет)
то П

Представление информации о ходе принятия решения

Важным в разработке ЭС являются методы представления информации о поведении программы в процессе формирования цепочки логических заключений при поиске решения. Простейшим примером может быть вывод списков фактов, вызывающих выполнение каждого из правил.

Представление информации о поведении экспертной системы важно по многим причинам.

- Пользователи, работающие с системой, нуждаются в подтверждении того, что в каждом конкретном случае заключение, к которому пришла программа, в основном корректно.
- Инженеры, имеющие дело с формированием базы знаний, должны убедиться, что сформулированные ими знания применены правильно, в том числе и в случае, когда существует прототип.
- Экспертам в предметной области желательно проследить ход рассуждений и способ использования тех сведений, которые с их слов были введены в базу знаний. Это позволит судить, насколько корректно они применяются в данной ситуации.
- Программистам, которые сопровождают, отлаживают и модернизируют систему, нужно иметь в своем распоряжении инструмент, позволяющий заглянуть в "ее нутро" на уровне более высоком, чем вызов отдельных языковых процедур.
- Менеджер системы, использующей экспертную технологию, который в конце концов несет ответственность за последствия

решения, принятого программой, также нуждается в подтверждении, что эти решения достаточно обоснованы.

Способность системы объяснить методику принятия решения иногда называют прозрачностью системы. Под этим понимается, насколько просто персоналу выяснить, что делает программа и почему.

Отсутствие достаточной прозрачности поведения системы не позволит эксперту повлиять на ее производительность или дать совет, как можно ее повысить. Прослеживание и оценка поведения системы — задача довольно сложная и для ее решения необходимы совместные усилия эксперта и специалиста по информатике.

ЗАДАЧИ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ДОМАШНЕЙ РАБОТЫ

Разработать модель предметной области, указанной в варианте задания – выявить знания, которые необходимо представить в системе, разработать правила для обработки данных.

Реализовать разработанную модель на любом высокоуровневом языке программирования. Разработать простую экспертную систему, позволяющую получить «экспертное мнение» в области, указанной вариантом задания.

ТРЕБОВАНИЯ К РЕАЛИЗАЦИИ

Экспертная система может быть реализована любыми доступными программными средствами. Помимо самого решения разработанная экспертная система должна сообщать пользователю как она пришла к полученному решению.

ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

Задания, начиная с 11, могут выполняться группой студентов (численностью 2-3 человека)

1. Классификация растений.
2. Подбор комплектующих для РС.
3. Диагностика неисправностей автомобиля.
4. Выбор правильной формы одежды.
5. Медицинская диагностика.
6. Выбор языка программирования для разработки ПО.
7. Определения породы собаки (кошки), которая более всего подходит пользователю.
8. Диагностика неисправностей работы компьютерной сети.
9. Настройка модема.
10. Диагностика неисправностей ПК (после сборки и в процессе эксплуатации).
11. Генератор расписаний. В базе знаний содержатся описания предметов, читаемых в семестре. Описания содержат приоритет предмета, количество часов в неделю, пожелания ко времени

проведения, пожелания к учебной аудитории по типу (лекционная или лабораторная) и номеру. Кроме предметов в базе знаний могут содержаться данные о преподавателях и аудиториях. Необходимо сгенерировать оптимальное расписание (один из критериев оптимальности – минимизация «окон» в расписании) с возможностью разрешения конфликтов в автоматическом и ручном режимах.

12. Оптимизация размещений грузов. В базе знаний содержится информация о грузах, которые необходимо разместить в контейнер заданных размеров (высота, ширина, длина). Описание груза содержит: название, габариты, приоритет, масса, максимальная нагрузка (сверху). Необходимо сгенерировать оптимальный список грузов, подходящих для размещения в контейнере.

13. Аналитическое вычисление неопределённых интегралов. В базе содержатся основные интегралы и их решений. Задача программы сводится к декомпозиции исходного интеграла на множество интегралов, приводимых к табличным, и последовательного их решения. Кроме того, программа должна использовать правила преобразования интегралов.

14.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. ДАЙТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЕ.
2. НАЗОВИТЕ ОСНОВНЫХ УЧАСТНИКОВ ПОСТРОЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭС.
3. В ЧЕМ ЗАКЛЮЧАЕТСЯ ПРОЦЕСС ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗНАНИЙ? КТО В НЕМ УЧАСТВУЕТ?
4. ПРИВЕДИТЕ классификацию методов практического извлечения знаний.
5. КАКИЕ ФАКТОРЫ ВЛИЯЮТ НА ВЫБОР МЕТОДА ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗНАНИЙ?
6. ПРИВЕДИТЕ ДИАЛОГ ЭКСПЕРТА И ИНЖЕНЕРА ПО ЗНАНИЯМ НА ТЕМУ «НЕИСПРАВНОСТЬ ПК».
7. КАКИЕ СУЩЕСТВУЮТ ФОРМЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЭС? В ЧЕМ ИХ ОТЛИЧИЯ, ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ?
8. ЧТО ТАКОЕ КОЭФФИЦИЕНТ ДОВЕРИЯ И НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА?
9. ЧЕМ МОЖЕТ БЫТЬ ВЫЗВАНА НЕКОТОРАЯ НЕУВЕРЕННОСТЬ В ДОСТОВЕРНОСТИ ФАКТА?
10. ЗАЧЕМ ЭС ПРЕДОСТАВЛЯТЬ ИНФОРМАЦИЮ О ПОИСКЕ РЕШЕНИЯ?
11. ЧТО ОЗНАЧАЕТ ПРОЗРАЧНОСТЬ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ?

ФОРМА ОТЧЕТА ПО ДОМАШНЕЙ РАБОТЕ

На выполнение домашней работы отводится 8 академических часов: 7 часов на выполнение и сдачу домашней работы и 1 час на подготовку отчета.

Номер варианта студенту выдается преподавателем.

Отчет на защиту предоставляется в печатном виде.

Структура отчета (на отдельном листе(-ах)): титульный лист, формулировка задания (вариант), описание формы представления знаний, этапы обработки данных системой, результаты выполнения работы выводы.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Малышева Е.Н. Экспертные системы [Электронный ресурс]: учебное пособие по специальности 080801 «Прикладная информатика (в информационной сфере)»/ Малышева Е.Н.— Электрон. текстовые данные.— Кемерово: Кемеровский государственный институт культуры, 2010.— 86 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22126>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Павлов С.Н. Системы искусственного интеллекта. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Павлов С.Н.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2011.— 176 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13974>. — ЭБС «IPRbooks»
3. Павлов С.Н. Системы искусственного интеллекта. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Павлов С.Н.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2011.— 194 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13975>. — ЭБС «IPRbooks»
4. Чернышов, В.Н. Системный анализ и моделирование при разработке экспертных систем : учебное пособие / В.Н. Чернышов, А.В. Чернышов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. - 128 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277638> (22.02.2017).

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

5. Воронов, А.Е. Технология использования экспертных систем / А.Е. Воронов. - М. : Лаборатория книги, 2011. - 109 с. : ил. - ISBN

- 978-5-504-00525-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142527 (22.02.2017).
6. Трофимов, В.Б. Интеллектуальные автоматизированные системы управления технологическими объектами : учебно-практическое пособие / В.Б. Трофимов, С.М. Кулаков. - Москва-Вологда : Инфра-Инженерия, 2016. - 232 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-9729-0135-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444175 (22.02.2017).
7. Интеллектуальные и информационные системы в медицине: мониторинг и поддержка принятия решений : сборник статей / . - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. - 529 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-7150-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=434736 (22.02.2017).
8. Джарратано Дж., Райли Г. Экспертные системы. Принципы разработки и программирование, 4-е издание.: Пер. с англ. – М.: ООО «И. Д. Вильямс», 2007. – 1152 с.: ил. – Парал. тит. англ.

Электронные ресурсы:

9. <https://ru.wikipedia.org/wiki/CLIPS> - CLIPS — Википедия
10. <http://clipsrules.sourceforge.net/> - A Tool for Building Expert Systems (англ.)
11. <http://clipsrules.sourceforge.net/WhatIsCLIPS.html> - What is CLIPS? (англ.)