

Лабораторные работы

Цель лабораторных работ состоит в закреплении и расширении теоретических знаний студентов и развитии навыков ведения самостоятельной работы в использовании и разработке интеллектуальных информационных систем.

В ходе выполнения лабораторных работ студентом проектируется и разрабатывается экспертная система. В первой лабораторной работе проектируется экспертная система, в ходе выполнения второй лабораторной работы экспертная система реализуется на языке высокого уровня. Для проверки работы спроектированной студентом базы знаний рекомендуется воспользоваться представленной в учебно-методическом материале оболочкой экспертной системы SIlv1.

Лабораторная работа №1

Тема лабораторной работы выбирается студентом самостоятельно, независимо от выбранной темы рекомендуется придерживаться следующей структуры отчета по лабораторной работе:

Введение

1. Идентификация проблемы.
 - 1.1 Описание предметной области.
 - 1.2 Цель проекта.
 - 1.3 Структура параметров предметной области.
 - 1.4 Параметры предметной области.
2. Концептуальная модель предметной области.
3. Формализация базы знаний.

Общие требования к лабораторной работе. Студентом выбирается реальная задача. База знаний должна состоять не менее чем из 25 продукций. Неопределенность задачи должна учитываться в виде механизма коэффициентов уверенности или вероятности. Экспертная система должна содержать блок объяснений и конфликтное множество со стратегией разрешения конфликта.

Варианты предметной области:

1. Профилактика какого-либо заболевания.
2. Выбор марки машины по предпочтениям.
3. Определение принадлежности к какому-либо семейству растений по признакам.
4. Выбор места работы учебы по предпочтениям соискателя.
5. Принятие решений во всевозможных бытовых ситуациях (аналогично описанному выше примеру).
6. Классификация книги по признакам.
7. Классификация компьютерных игр по признакам.
8. Маркетинговое исследование рынка.
9. Организация рекламной деятельности фирмы.
10. Управление предприятием.
11. Анализ финансового состояния организации.
12. Управление инвестиционными проектами и т.д.

Рекомендуется выбирать предметную область, которую студент может себе хорошо

представить и описать.

Краткое содержание составных частей лабораторной работы

Во **введении** отражаются основные тенденции изучения и развития выбранной проблемы, проводится краткий анализ существующего состояния, на основании которого обоснуется актуальность проблемы, формируется цель и задачи проекта. Объем не должен превышать 3- 5 страниц.

Этап **идентификации проблемной области** включает в себя описание предметной области, цель проекта, неформальную постановку задачи, обоснование необходимости решения проблемы, источники получения экономической эффективности, параметры и структура параметров предметной области. Из краткой аннотации этапа следует подчеркнуть:–

- назначение ЭС (консультирование, обучение, ассистирование, выбор, формирование, определение, оценка, подбор, автоматизация, оптимизация решения проблемы и т.д.);
- сфера применения - круг задач, который подлежит формализации. Например, оценка финансового состояния предприятия, выбор поставщика продукции, формирование маркетинговой стратегии и т.д.;
- ограничивающие факторы на разработку ЭС. Здесь могут выступать следующие факторы: отводимые сроки, финансовые ресурсы, программно-техническая среда и т.д.

Параметры проблемной области включают:

- класс решаемых задач (интерпретация, диагностика, коррекция, прогнозирование, планирование, мониторинг, управление, проектирование);
- критерии эффективности результатов решения задачи (минимизация использования ресурсов, повышение качества продукции и обслуживания, ускорение оборачиваемости капитала);
- критерии эффективности процесса решения задачи (сокращение сроков принятия решений, повышение точности принимаемых решений, учет большого числа факторов, просчет большого числа альтернативных вариантов, адаптивность к изменениям проблемной области и информационных потребностей пользователей);
- цели решаемых задач (выбор из альтернатив, например выбор поставщика; синтез значения, например распределения бюджета по статьям);
- подцели (разбиение задачи на подзадачи, для каждой из которых определяется своя цель);
- исходные данные (совокупность используемых факторов);
- особенности используемых знаний (детерминированность/неопределенность, статичность/динамичность, одноцелевая/многоцелевая направленность, единственность/множественность источников знаний).

На этапе построения **концептуальной модели** создается целостное и системное описание знаний, отражающее сущность функционирования проблемной области. Результатом являются наглядные графические схемы на объектном, функциональном и поведенческом уровне моделирования.

В отчете приводятся следующие графические модели:

1. объектная модель (ER–модель, схемы классификации объектов);
2. функциональная модель (дерево целей – граф «И–ИЛИ»);

3. поведенческая модель (таблица «событие – поведение – состояние») для разработки динамических систем.

Объектная модель описывает структуру предметной области как совокупности взаимосвязанных объектов. Объектная модель отражает фактуальное знание о составе объектов, их свойств и связей. Элементарной единицей структурного знания является факт, описывающий одно свойство или одну связь объекта, который представляется в виде триплета:

Предикат (объект, значение).

Если предикат определяет название свойства объекта, то в качестве значения выступает конкретное значение этого свойства:

профессия (Иванов, инженер).

Если предикат определяет название связи объекта, то значению соответствует объект, с которым связан первый объект:

Работает (Иванов, механический цех).

В качестве важнейших типизированных видов отношений можно рассматривать следующее:

1. «род – вид»;
2. «целое – часть»;
3. «причина – следствие»;
4. «цель – средство»;
5. «функция – аргумент» и т.д.

Например, можно ввести такие семантические отношения:

1. есть - подкласс (Инженеры, Личности) или Личности (ФИО, Профессия, Подразделение, ...);
2. есть часть (Оборудование, Цех) или есть часть (Рабочие, Цех);
3. причина - следствие (Задолженность, Банкротство);
4. средство - цели (Покупка акций, Прибыль);
5. аргумент - функция (Спрос, Цена).

Обычно объектное знание представляется графическими средствами *ER*- моделей (модель «Сущность - Связь»).

Функциональная модель описывает преобразования фактов, зависимость между ними, показывающие, как одни факты образуются из других. В качестве единицы функционального знания определена функциональная зависимость фактов в виде импликации:

$$A_1 \wedge A_2 \wedge A_3 \wedge \dots \wedge A_n \rightarrow B,$$

означающей, что факт *B* имеет место только в том случае, если имеет место конъюнкция фактов или их отрицание.

Например:

сбыт (Товар, «Слабый») и

прибыль (Товар, «Ничтожная») и

потребители (Товар, «Любители нового») и

число конкурентов (Товар, «Небольшое») →

→ *жизненный цикл* (Товар, «Выведение на рынок»).

Функциональную зависимость фактов можно трактовать как отражение следующих отношений фактов:

1. «Причина» — «Следствие».
2. «Средство» — «Цель».
3. «Аргумент» — «Функция».
4. «Ситуация» — «Действие».

Функциональная модель строится путем последовательной декомпозиции целей, а именно: для цели определяются подцели, для которых, в свою очередь, устанавливаются подцели, и так далее, пока в качестве подцелей не окажутся исходные факты (процесс декомпозиции «сверху — вниз»). Каждой цели (подцели) соответствует некоторая задача (подзадача), которая не может быть решена, пока не будут достигнуты её нижестоящие подцели (решены подзадачи). Таким образом, функциональная модель отражает в обобщенной форме процесс решения характерных для нее задач.

Обычно функциональные зависимости фактов представляются графически в виде деревьев целей или графов И- ИЛИ, в которых каждый зависимый факт представляет собой целевую переменную - корневую вершину, а определяющие его факты — аргументы, связанные с корнем, подчиненные вершины. Условие конъюнкции (совместности анализа фактов) обозначается пересекающейся дугой, а условие дизъюнкции (независимости влияния на цель факторов) никак не обозначается.

Для примера приведем дерево целей - граф И- ИЛИ для стратегии производства (рис. 1).



Рис. 1 - Граф И-ИЛИ

Поведенческая модель отражает изменение состояний объектов в результате возникновения некоторых событий, влекущих за собой выполнение определенных действий (процедур). Состояние объекта — это изменяющиеся во времени значения некоторого свойства. Набор действий, связанных с некоторым событием, составляет поведение объекта, которое выражается в виде правил или процедур. Задача определения поведенческой модели заключается в определении связей событий с поведением объектов и изменением их состояний. Как правило, событие отражается в форме сообщения, посылаемого объекту. Пример поведенческой модели в виде диаграммы потоков событий представлен в табл.1.

Таблица 1 – Заказ

Событие (сообщение)	Поведение (действие)	Состояние (жизненный цикл)
Оформляется	Создание заказа Проверка выполнимости.	Оформлен
Откладывается	Заказ у производителя	Отложен

Выполняется	Отправляется Выполняется	Выполнен
Оплачивается	Уничтожение заказа	Оплачен

На этапе **формализации базы знаний** осуществляется выбор метода представления знаний. В рамках выбранного формализма осуществляется проектирование логической структуры базы знаний. Продукционная модель позволяет использовать эвристические методы вывода на правилах и может обрабатывать неопределенности в виде условных вероятностей или коэффициентов уверенности, а также выполнять монотонный или немонотонный вывод. В продукционной модели основной единицей знаний служит правило в виде «если <посылка>, то <заключение>», с помощью которого могут быть выражены пространственно-временные, причинно-следственные, функционально-поведенческие (ситуация — действие) отношения объектов.

Правилами могут быть описаны сами объекты: «объект – свойство» или «набор свойств – объект», хотя чаще описания объектов фигурируют только в качестве переменных («атрибут – значение») внутри правил. В основном продукционная модель предназначена для описания последовательности различных ситуаций или действий и в меньшей степени для структурированного описания объектов.

На этом этапе необходимо выбрать:

- стратегию логического вывода (прямая или обратная аргументация);
- стратегию выбора правила из конфликтного множества (в ширину, в глубину, равных цен);
- алгоритм объединения факторов уверенности;
- наследование атрибутов (если оно присутствует).

Результатом выполнения лабораторной работы № 1 должна являться база знаний продукционного типа с заданной моделью неопределенности знаний.

Лабораторная работа №2

На основании спроектированной в первой лабораторной работе экспертной системы в данной лабораторной работе проводятся этапы реализации и тестирования спроектированной экспертной системы.

Этап реализации ЭС - это физическое наполнение базы знаний и настройка всех программных механизмов в рамках выбранных инструментальных средств. Экспертная система содержит блок объяснений и конфликтное множество со стратегией разрешения конфликта. Студент может пользоваться только своей уникальной программой, написанной на любом языке программирования.

На **этапе тестирования** приводятся прогоны тестовых примеров и объяснений полученных результатов. Число тестовых примеров должно соответствовать всем предполагаемым гипотезам для целевой переменной. Выполняются ручные расчеты факторов уверенности для подтверждения правильности понимания Вами машинных алгоритмов.

Отчет по лабораторной работе должен включать распечатку базы знаний (наборов правил), базы данных (структуры и содержания файлов), текстов процедур, прогонов тестовых примеров, заключение, листинг программы. Заключение должно содержать основные результаты выполненной работы и краткие выводы по этим результатам, а также оценку полноты решения поставленной задачи, рекомендации по использованию результатов работы. В приложения рекомендуется включать материалы иллюстративного и вспомогательного характера.

Для проверки работы спроектированной и реализованной студентом экспертной

системы рекомендуется воспользоваться оболочкой экспертной системы Sllv1.

Руководство пользователя оболочки экспертной системы «Sllv1.0».

Необходимыми требованиями использования предложенной оболочки экспертной системы являются:

- процессор с частотой не ниже 233 МГц;
- оперативная память объемом не менее 32 Мб;
- операционная система Windows XP/Vista/Seven, Linux;
- клавиатура, мышь.

Если Вы работаете в операционной системе семейства Windows, Вам необходимо зайти в каталог с предоставляемой программой, найти файл «Expert system.exe» и запустить его.

Для пользователей Linux в отдельном каталоге поставляется бинарный файл «Expert system.run».

Чтобы запустить данный файл, нужно сделать его исполняемым: `chmod +x Expert\ system.run`. И затем дать команду на выполнение: `./Expert\ system.run`.

Запустив программу, Вы получите окно, в котором выполните все задания.

Главное окно программы состоит из двух главных областей:

1. Область исходных данных.
2. Область вывода решения.

Область исходных данных

Область исходных данных строится на основе нескольких таблиц, а также опциональных элементов выбора алгоритмов решения. Рассмотрим подробнее возможности этой области (см. рис. 2).

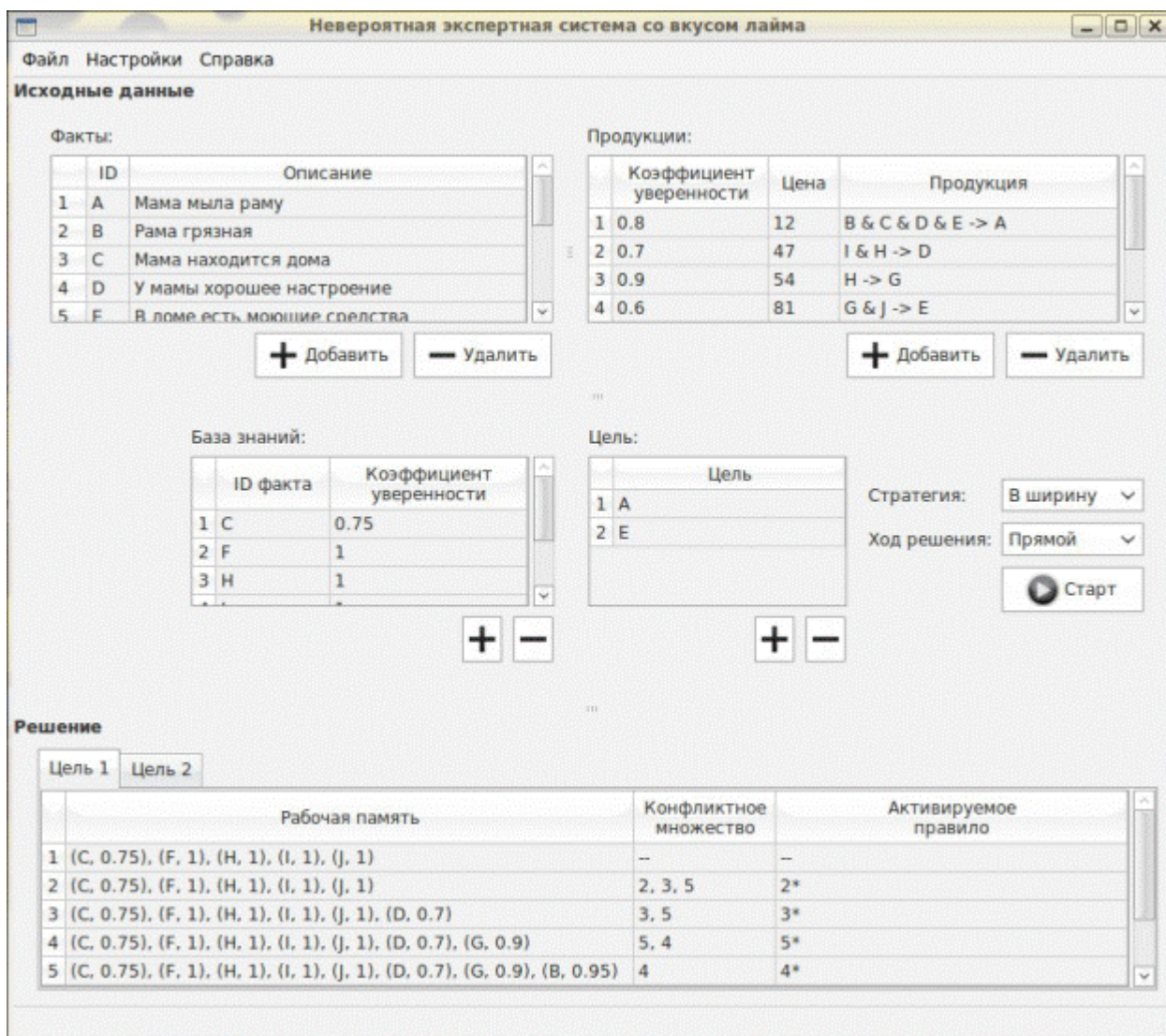


Рис. 2 - Область «Исходные данные».

Главные составляющие:

1. Таблица «Факты».
2. Таблица «Продукции».
3. Таблица «База знаний».
4. Таблица «Цель».
5. Элементы выбора стратегии разрешения конфликтов и хода решения.

Данная экспертная система, как уже упоминалось, продукционного типа, поэтому она работает с «Фактами» и «продукциями» для получения решения.

Таблица «Факты» содержит 3 поля: 1 - Порядковый номер факта (в таблице без подписи), ID - буквенный идентификатор факта, используется в дальнейшем для работы программы, и Описание - собственно текстовое описание факта. С помощью кнопок под таблицей «добавить» и «удалить» Вы можете соответственно добавить или удалить факты из данной таблицы.

Таблица «Продукции» содержит поля: 1 - Порядковый номер продукции (также без подписи), коэффициент уверенности - числовое значение в интервале от 0 до 1 задает коэффициент уверенности данной продукции, цена - собственно цена продукции (для метода равных цен), продукция - сама продукция, записанная в удобной для пользователя форме.

Таблица «База знаний» содержит 3 поля: 1 - номер факта, ID факта - уникальный идентификатор, используемый повсеместно в программе, коэффициент уверенности - числовое значение в интервале от 0 до 1.

Таблица «цель» содержит заданные Вами цели, то есть «что нужно доказать».

Используя элементы интерфейса правее таблицы «цель», можно выбрать стратегию разрешения конфликтов (в глубину, в ширину, метод равных цен), а также ход решения: прямой или обратный.

Область вывода решения

Данная область располагается под областью «Исходные данные» на главном окне.

Область вывода решения предназначена для наглядной демонстрации работы программы.

Она состоит лишь из одной таблицы (см. рисунок 3).

	Рабочая память	Конфликтное множество	Активируемое правило
1	(С, 0.75), (F, 1), (H, 1), (I, 1), (J, 1)	–	–
2	(С, 0.75), (F, 1), (H, 1), (I, 1), (J, 1)	2, 3, 5	2*
3	(С, 0.75), (F, 1), (H, 1), (I, 1), (J, 1), (D, 0.7)	3, 5	3*
4	(С, 0.75), (F, 1), (H, 1), (I, 1), (J, 1), (D, 0.7), (G, 0.9)	5, 4	5*
5	(С, 0.75), (F, 1), (H, 1), (I, 1), (J, 1), (D, 0.7), (G, 0.9), (B, 0.95)	4	4*

Рис.3 - Таблица «решение»

Данная таблица находится во вкладке «цель 1», и вывод представленный в ней, содержит решение для достижения цели 1. Если в таблице «Цель» области исходных данных задать несколько целей, то соответственно получим несколько вкладок, пронумерованных, в которых будет содержаться

вывод для каждой заданной цели.

Таблица 2 содержит следующие колонки: 1 - номер строки, «Рабочая память» - сюда вносятся идентификаторы фактов с соответствующими им коэффициентами, «Конфликтное множество» - сюда заносятся номера конфликтующих продукций на данном шаге, «Активируемое правило» - выбранное правило для дальнейшего движения по алгоритму, * - помечен кратчайший путь для достижения цели.

Описание работы экспертной системы:

Рассмотрим, как работает экспертная система на примере, и объясним полученные результаты.

Ввод фактов в систему:

1. В таблицу «факты» вводим следующие данные:

Таблица 2 «Факты».

Таблица 2 - «Факты».

1	A	Мама мыла раму
2	B	Рама грязная
3	C	Мама находится дома
4	D	У мамы хорошее настроение
5	E	В доме есть моющие средства
6	F	Рама давно не мылась
7	G	У семьи есть денежные средства
8	H	Мама получила зарплату
9	I	Сын получил 5 в школе

2. В таблицу «Продукции» вводим составленные нами продукции и необходимые коэффициенты:

ЗАМЕЧАНИЕ: продукцию нужно вводить обязательно через пробелы в каждом символе, кроме символов черточка “- “ и знак больше “>”, эти знаки нужно ввести слитно. Пример: «F_&_G_&_H_-_D» - здесь символ подчеркивание «_» означает пробел.

Таблица 3 - «Продукции».

1	0.8	43	B Λ C Λ D Λ E → A
2	0.7	32	I Λ H → D
3	0.9	45	H → G
4	0.6	36	G Λ J → E
5	0.95	39	F → B

3. В таблицу «База знаний» вводим следующие данные:

Таблица 4 - «База знаний».

1	C	0.75
2	F	1
3	H	1
4	I	1
5	J	1

4. В таблицу «цель» добавим одну цель «A».

Решение поставленной задачи

При решении поставленной задачи можно использовать различные способы вывода (прямой и обратный), а также различные способы разрешения конфликтных множеств (метод поиска в глубину, ширину и метод равных цен).

Рассмотрим пошагово решение задачи каждым из способов. На каждом шаге будем указывать известные на начало шага факты и их уверенность, будем формировать конфликтное множество (множество, показывающее нам, какие из продукции можно раскрыть при имеющихся фактах), а также результат раскрытия выбранной продукции. Следует отметить, что в данной системе не учитываются факты, уверенность которых менее 0.2.

Использование прямого вывода

Использование данного метода означает, что на вход системы подаются известные факты и цель (цели), а система пробует на основании известных фактов получать новые и т.д., пока не будет достигнута цель или из имеющихся фактов нельзя будет получить новые.

Использование метода поиска в глубину

Метод поиска в глубину означает, что при разрешении конфликтного множества раскрываться будет продукция, стоящая в конце конфликтного множества (т.к. она будет иметь наибольшую глубину раскрытия, ведь при раскрытии конфликтного множества продукции добавляются в конец множества).

При использовании выбранного метода задача будет решаться следующим образом:

Шаг 1.

Известные факты (в скобках приведена уверенность): C(0,75); F(1); H(1); I(1); J(1).

Конфликтное множество: 2; 3; 5.

Выбранная продукция: 5) F → B (коэффициент уверенности 0.95).

Полученные в результате раскрытия факты: $V(0.95)$.

Данная степень уверенности получается, если из исходных фактов продукции выбрать факт с наименьшей уверенностью, а затем выбранную уверенность умножить на степень уверенности самой продукции ($1 \times 0.95 = 0.95$).

Шаг 2.

Известные факты: $C(0,75); F(1); H(1); I(1); J(1); V(0.95)$.

Конфликтное множество: 2; 3.

Выбранная продукция: 3) $H \rightarrow G$ (коэффициент уверенности 0.9).

Полученные в результате раскрытия факты: $G(0.9)$.

Шаг 3.

Известные факты: $C(0,75); F(1); H(1); I(1); J(1); V(0.95); G(0.9)$.

Конфликтное множество: 2; 4.

Выбранная продукция: 4) $G \wedge J \rightarrow E$ (коэффициент уверенности 0.6).

Полученные в результате раскрытия факты: $E(0.54)$.

Шаг 4.

Известные факты: $C(0,75); F(1); H(1); I(1); J(1); V(0.95); G(0.9); E(0.54)$.

Конфликтное множество: 2.

Выбранная продукция: 2) $I \wedge H \rightarrow D$ (коэффициент уверенности 0.7).

Полученные в результате раскрытия факты: $D(0.7)$.

Шаг 5.

Известные факты: $C(0,75); F(1); H(1); I(1); J(1); V(0.95); G(0.9); E(0.54); D(0.7)$.

Конфликтное множество: 1.

Выбранная продукция: 1) $V \wedge C \wedge D \wedge E \rightarrow A$ (коэффициент уверенности 0.8).

Данная степень уверенности опять же получается, если из исходных фактов продукции выбрать факт с наименьшей уверенностью, а затем выбранную уверенность умножить на степень уверенности самой продукции ($\min(0.95; 0.75; 0.7; 0.54) \times 0.8 = 0.432$).

Полученные в результате раскрытия факты: $A(0.432)$.

РЕШЕНИЕ НАЙДЕНО!

Использование метода поиска в ширину

Метод поиска в ширину означает, что при разрешении конфликтного множества раскрываться будет продукция, стоящая в начале конфликтного множества.

При использовании выбранного метода задача будет решаться следующим образом:

Шаг 1.

Известные факты: $C(0,75); F(1); H(1); I(1); J(1)$.

Конфликтное множество: 2; 3; 5.

Выбранная продукция: 2) $I \wedge H \rightarrow D$ (коэффициент уверенности 0.7).

Полученные в результате раскрытия факты: $D(0.7)$.

Шаг 2.

Известные факты: $C(0,75); F(1); H(1); I(1); J(1); D(0.7)$.

Конфликтное множество: 3; 5.

Выбранная продукция: 3) $H \rightarrow G$ (коэффициент уверенности 0.9).

Полученные в результате раскрытия факты: $G(0.9)$.

Шаг 3.

Известные факты: C(0,75); F(1); H(1); I(1); J(1); D(0.7); G(0.9).

Конфликтное множество: 5; 4.

Выбранная продукция: 5) $F \rightarrow B$ (коэффициент уверенности 0.95).

Полученные в результате раскрытия факты: B(0.95).

Шаг 4.

Известные факты: C(0,75); F(1); H(1); I(1); J(1); D(0.7); G(0.9); B(0.95).

Конфликтное множество: 4.

Выбранная продукция: 4) $G \wedge J \rightarrow E$ (коэффициент уверенности 0.6).

Полученные в результате раскрытия факты: E(0.54).

Шаг 5.

Известные факты: C(0,75); F(1); H(1); I(1); J(1); D(0.7); G(0.9); B(0.95); E(0.54).

Конфликтное множество: 1.

Выбранная продукция: 1) $B \wedge C \wedge D \wedge E \rightarrow A$ (коэффициент уверенности 0.8).

Полученные в результате раскрытия факты: A(0.432).

РЕШЕНИЕ НАЙДЕНО!

Использование метода равных цен

Метод равных цен означает, что при разрешении конфликтного множества раскрываться будет продукция, имеющая наименьшую цену раскрытия.

При использовании выбранного метода задача будет решаться следующим образом:

Шаг 1.

Известные факты: C(0,75); F(1); H(1); I(1); J(1).

Конфликтное множество (в скобках приведены номер продукции и стоимость раскрытия данной продукции, смысл которой будет рассмотрен ниже): (2,1); (3,1); (5,1).

Цены продукции на 1-м шаге берутся из условий задачи.

Выбранная продукция: 2) $I \wedge H \rightarrow D$ (коэффициент уверенности 0.7).

Так как продукции имеют равные цены, то выбирается первая из них.

Полученные в результате раскрытия факты: D(0.7).

Шаг 2.

Известные факты: C(0,75); F(1); H(1); I(1); J(1); D(0.7).

Конфликтное множество: (3,1); (5,1).

Выбранная продукция: 3) $H \rightarrow G$ (коэффициент уверенности 0.9).

Полученные в результате раскрытия факты: G(0.9).

Шаг 3.

Известные факты: C(0,75); F(1); H(1); I(1); J(1); D(0.7); G(0.9).

Конфликтное множество: (5,1); (4,2).

У продукции 4 цена складывается из цены самой продукции, т.е. 1 и цены, полученной после раскрытия продукции 3, т.е. тоже 1.

Выбранная продукция: 5) $F \rightarrow B$ (коэффициент уверенности 0.95).

Так как продукция 5 имеет цену, меньшую, чем продукция 4, то выбирается продукция 5.

Полученные в результате раскрытия факты: B(0.95).

Шаг 4.

Известные факты: C(0,75); F(1); H(1); I(1); J(1); D(0.7); G(0.9); B(0.95).

Конфликтное множество: (4,2).

Выбранная продукция: 4) $G \wedge J \rightarrow E$ (коэффициент уверенности 0.6).

Полученные в результате раскрытия факты: $E(0.54)$.

Шаг 5.

Известные факты: $C(0.75); F(1); H(1); I(1); J(1); B(0.95); G(0.9); D(0.9); E(0.54)$.

Конфликтное множество: $(1,3)$.

У продукции 1 цена складывается из цены самой продукции, т.е. 1, цен, полученных после раскрытия продукции 5 и 3.

Выбранная продукция: 1) $B \wedge C \wedge D \wedge E \rightarrow A$ (коэффициент уверенности 0.8).

Полученные в результате раскрытия факты: $A(0.432)$.

РЕШЕНИЕ НАЙДЕНО!

Использование обратного вывода

Использование данного метода означает, что на вход системы подаются известные факты и цель (цели), а система пробует на основании цели получать факты, при наличии которых данная цель может быть достигнута. Затем, на основании полученных фактов, система пытается вывести факты, благодаря которым получены имеющиеся, и т.д., пока не будут достигнуты факты, находящиеся на входе системы, т.е. пока не будет доказано, что имеющихся фактов достаточно, чтобы достичь поставленной цели.

Использование метода поиска в глубину

Шаг 1.

Известные факты: $A(1)$.

Конфликтное множество: 1.

Выбранная продукция: 1) $B \wedge C \wedge D \wedge E \rightarrow A$ (коэффициент уверенности 0.8).

Полученные в результате раскрытия факты: $B(0.8); C(0.8); D(0.8); E(0.8)$.

Шаг 2.

Известные факты: $A(1); B(0.8); C(0.8); D(0.8); E(0.8)$.

Конфликтное множество: 2; 4; 5.

Выбранная продукция: 5) $F \rightarrow B$ (коэффициент уверенности 0.95).

Полученные в результате раскрытия факты: $F(0.76)$.

Шаг 3.

Известные факты: $A(1); B(0.8); C(0.8); D(0.8); E(0.8); F(0.76)$.

Конфликтное множество: 2; 4.

Выбранная продукция: 4) $G \wedge J \rightarrow E$ (коэффициент уверенности 0.6).

Полученные в результате раскрытия факты: $G(0.48); J(0.48)$.

Шаг 4.

Известные факты: $A(1); B(0.8); C(0.8); D(0.8); E(0.8); F(0.76); G(0.48); J(0.48)$.

Конфликтное множество: 2; 3.

Выбранная продукция: 3) $H \rightarrow G$ (коэффициент уверенности 0.9).

Полученные в результате раскрытия факты: $H(0.432)$.

Шаг 5.

Известные факты: $A(1); B(0.8); C(0.8); D(0.8); E(0.8); F(0.76); G(0.48); J(0.48); H(0.432)$.

Конфликтное множество: 2.

Выбранная продукция: 2) $I \wedge H \rightarrow D$ (коэффициент уверенности 0.7).

Полученные в результате раскрытия факты: $I(0.56), H(0.56)$.

РЕШЕНИЕ НАЙДЕНО, т.к. из имеющихся фактов можно достичь цели.

Использование метода поиска в ширину

Использование данного метода аналогично его использованию при прямом выводе с теми лишь изменениями, что вывод отталкивается от цели **A**, поэтому он в данной работе не приводится.

Использование метода равных цен

Шаг 1.

Известные факты: A(1).

Конфликтное множество: (1,1).

Выбранная продукция: 1) $B \wedge C \wedge D \wedge E \rightarrow A$ (коэффициент уверенности 0.8).

Полученные в результате раскрытия факты: B(0.8); C(0.8); D(0.8); E(0.8).

Шаг 2.

Известные факты: A(1); B(0.8); C(0.8); D(0.8); E(0.8).

Конфликтное множество: (2,2); (4,2); (5,2).

Выбранная продукция: 2) $I \wedge H \rightarrow D$ (коэффициент уверенности 0.7).

Полученные в результате раскрытия факты: I(0.56); H(0.56).

Шаг 3.

Известные факты: A(1); B(0.8); C(0.8); D(0.8); E(0.8); I(0.56); H(0.56).

Конфликтное множество: (4,2); (5,2).

Выбранная продукция: 4) $G \wedge J \rightarrow E$ (коэффициент уверенности 0.6).

Полученные в результате раскрытия факты: G(0.56); J(0.56).

Шаг 4.

Известные факты: A(1); B(0.8); C(0.8); D(0.8); E(0.8); I(0.56); H(0.56); G(0.48); J(0.48).

Конфликтное множество: (5,2); (3,3).

Выбранная продукция: 5) $F \rightarrow B$ (коэффициент уверенности 0.95).

Полученные в результате раскрытия факты: F(0.76).

РЕШЕНИЕ НАЙДЕНО, т.к. из имеющихся фактов можно достичь цели.

Выше были рассмотрены все возможные варианты работы программы. Далее Вам предлагается самостоятельно выбрать предметную область, составить факты и продукции, поставить какую-либо задачу и попытаться найти её решение, используя оболочку экспертной системы.