

Фрагмент учебно-методического пособия «Кибернетические основы информатики» в поддержку профильного курса информатики (Асаинова А.Ж. Кибернетические основы информатики. Задачник-практикум: Учебно-методическое пособие.- Павлодар, 2006. – 109 с.)

4.2. Моделирование знаний и рассуждений

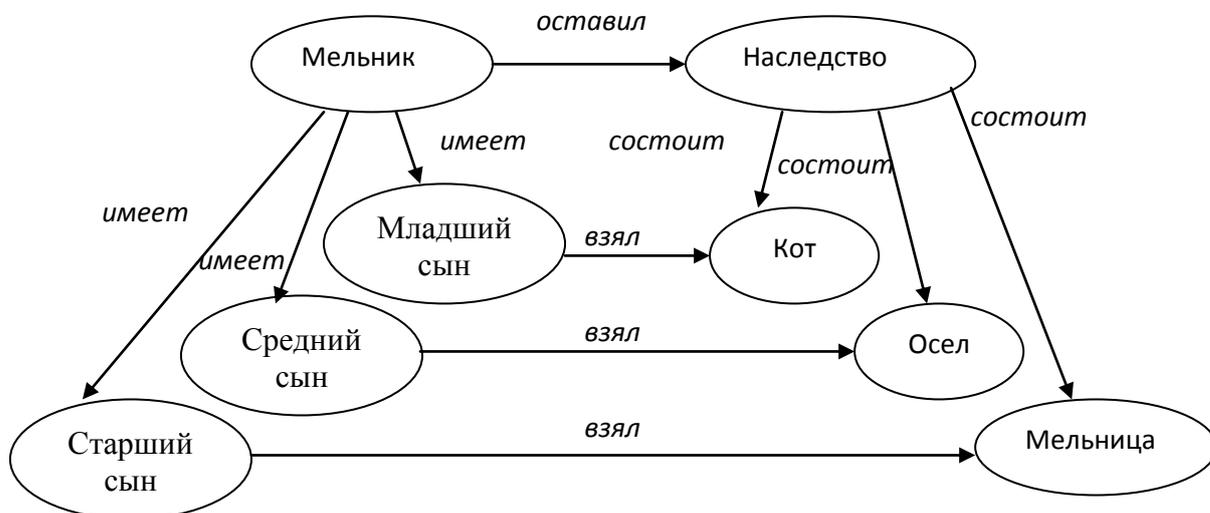
Основой любой системы искусственного интеллекта является *модель знаний* и созданная на его основе *база знаний*.

Знания о предметной области и способах решения задач из нее могут быть декларативные и процедурные. Декларативные знания описывают объект. Процедурные знания описывают последовательность действий, которые могут использоваться при решении задач. В психологии познания выделяют три модели знания, на основе которых строятся базы знаний: сетевая, продукционная и логическая.

Сетевая модель. Любые знания можно представить в виде совокупности объектов (понятий) и связей (отношений) между ними. Такие знания называют семантической сетью.

Пример 2. Построить семантическую сеть, отражающую следующую информацию:

«У мельника было три сына. Мельник оставил наследство. Оно состояло из мельницы, осла и кота. Старший сын взял мельницу. Средний сын взял



осла. Младшему сыну дали кота».

Понятия, входящие в сеть, описываются в виде фреймов. *Фрейм* - это минимально возможное описание сущности какого-либо явления, процесса, ситуации. Компоненты фрейма называются слотами. Изображается фрейм в виде цепочки слотов, причем исключение из фрейма любого слота делает его неполным, иногда бессмысленным.

Фрейм имеет имя. Приведем пример фрейма:

Битва=<кто?> <с кем?> <когда?> <где?> <результат>

Унаследовать=<кто?> <что?> (для семантической сети из примера 2)

Клиент_банка= <номер клиента> <дата открытия счета> <счет>
<фамилия> <имя> <сумма на счете> <процент начисления>

Такое представление называется прототипом фрейма. Если же в слоты подставить конкретные значения, то получится экземпляр фрейма. Например,

Битва1=<Царевич> <Кашей Бессмертный> <утром> <в чистом поле>
<победил>.

Унаследовать=<Младший сын> <кот >.

Клиент_банка1=<2506> <12.06.2006> <25016895425> <Амренов>
<Акан> <5286> <8>.

Продукционная модель знаний построена на правилах (продукциях), представляемых в форме:

ЕСЛИ выполняется некоторое условие , ТО выполняется некоторое действие

На основе поступающих данных система, анализируя имеющиеся правила, принимает решение о необходимых действиях. Например,

ЕСЛИ уровень воды в бассейне выше среднего, ТО отключить поступление воды в бассейн.

Продукционные модели часто используются в промышленных экспертных системах.

Логическая модель знаний представляет собой совокупность утверждений. О каждом утверждении можно сказать истинно оно или ложно. Утверждения делятся на декларативные знания (факты) и процедурные знания (правила). Для записи модели широко используется аппарат математической логики. Декларативные знания представляются в виде формул, а использование логических операций позволяет записать процедурные знания.

Например, суждение «Если мы поедем на море или возьмем палатку и пойдем в горы, то мы будем довольны каникулами» можно записать так:

$$A \vee B \wedge C \Rightarrow D$$

Здесь:

A= «Мы поедем на море»;

B= «Возьмем палатку»;

C= «Пойдем в горы»;

D= «Мы будем довольны каникулами».

Либо можно записать и так:

ПОЕХАТЬ(мы, море) \vee ВЗЯТЬ(мы, палатка) \wedge ПОЙТИ(мы, горы)

\Rightarrow БЫТЬ ДОВОЛЬНЫМ(мы, каникулы)

Утверждения A, B, C, D являются фактами в базе знаний. Факт, представленный в конкретной форме как ПОЕХАТЬ(мы, море), является предикатом. *Предикат*- конструкция вида: <имя> (<аргументы>). Здесь аргументы обозначают какие-то объекты или свойства объектов, а имя предиката обозначает связь и отношение между аргументами.

Правилom в вышеописанном примере считается логическая формула, которая указывает на связи между фактами. Факты, включенные в базу знаний, считаются безусловно истинными. С помощью правил можно

вывести новое знание. Этим отличается база данных от базы знаний (БЗ): БД не содержит правил, связующих факты БД.

Логическую модель знаний можно реализовать с помощью средств логического программирования, к которым относится язык ПРОЛОГ (logic programming language). В настоящее время нет единого стандарта на Пролог.

4.2.1. Базы данных в Прологе

Факт-это утверждение о том, что соблюдается некоторое конкретное отношение. На Прологе факт записывается в виде предиката, аргументы которого являются константами (символьными или числовыми).

Например, факт «Мы едем на море» на Прологе запишется так: ЕХАТЬ(мы, море). Характерно, что факт такой формы без аргументов можно применить для соответствующего класса задач. Для факта «Асхат поехал в горы Кокшетау» в Прологе можно записать: ЕХАТЬ(асхат, горы_кокшетау). Важно, что аргументы (т.е. то, что записано в скобках) фактов записываются маленькими буквами, несколько слов записываются без пробела с символом «_».

Примечание: вы заметили, что факты, например, ЕХАТЬ(он, павлодар) и т.п., очень похожи на функции в табличном процессоре: СУММ(5;8), СТЕПЕНЬ(5; 2).

При описании фактов важно определить тип аргументов предиката (т.е. какого типа данных будут значения аргументов). Например, для факта ЕХАТЬ(он, павлодар) предикат имеет вид-ЕХАТЬ(слово, слово) или ЕХАТЬ(символ, символ), для СУММ(5;8) предикат-СУММ(число;число), СТЕПЕНЬ(5;8)-предикат СТЕПЕНЬ(число;степень).

Таким образом, понятия «предикат» и «факт» сходны тем, что они имеют общую структуру (количество аргументов, отношения между ними) и типы аргументов, а различаются тем, что факты имеют конкретные значения.

База данных (БД) на Прологе - совокупность фактов. БД можно корректировать в процессе работы (пополнять новыми фактами, изменять и удалять старые факты).

Пример 3. Записать на Прологе факты из следующего текста и таким образом составить базу данных «Наследство мельника». Составить БД в системе логического программирования PDC Prolog (Version 3.3)

У мельника было три сына. Мельник оставил наследство. Оно состояло из мельницы, осла и кота. Старший сын взял мельницу. Средний сын взял осла. Младшему сыну дали кота.

Решение. Факты в виде предикатов следующие:

I. Анализ и оформление фактов.

Предложение «У мельника было три сына» можно представить так: ИМЕЕТ(мельник, три_сына). Но поскольку далее по тексту есть обозначения этих сыновей (старший сын, средний сын, младший сын), то есть смысл сразу в предикат ИМЕЕТ() добавить конкретные аргументы. Обратите внимание еще на семантическую сеть, представленную в примере 2: от узла мельник с характеристикой ИМЕЕТ отходит сразу три узла - старший сын, средний

сын, младший сын. Поэтому также важно при анализе текста рисовать семантическую сеть. Каждый факт заканчивается точкой.

Итак, БД имеет вид:

ИМЕЕТ(мельник, старший_сын).

ИМЕЕТ(мельник, средний_сын).

ИМЕЕТ(мельник, младший_сын).

ОСТАВИЛ(мельник, наследство).

СОСТОИТ(наследство, мельница).

СОСТОИТ(наследство, осел).

СОСТОИТ(наследство, кот).

ВЗЯЛ(старший_сын, мельница).

ВЗЯЛ(средний_сын, осел).

ВЗЯЛ(младший_сын, кот).

II. Создание компьютерной базы данных на Прологе

Создавать БД будем в системе логического программирования PDC Prolog (Version 3.3). Интерфейс представляет собой окно редактора, в котором записывается база данных, меню программы и список горячих клавиш внизу окна (рис.).

Ход работы:

1. Откройте программу. Программа автоматически откроет последний открывавшийся файл.

2. Для создания своего файла нужно перейти в меню. Для этого нажмите кнопку F10 (в окне редактора сразу исчезнет мигающий курсор). Появится маркер на пунктах меню, с помощью кнопок перемещения курсора Направо → Налево ← поставьте черный маркер на пункт Files . Нажмите Enter-откроется подменю. Кнопкой Enter выберите пункт New File . Появится чистое окно. Сразу же сохраните файл, выбрав пункт Files – Save. С клавиатуры вместо звездочки наберите имя файла латинскими буквами Nasled.pro (имя не должно превышать более 7 символов). Здесь *pro* является расширением файлов PDC Prolog. Файл сохранится в папке программы.

Для перехода в режим написания латинскими буквами в системе программирования нажмите Ctrl-Shift (слева).

3. Перейдите в окно редактирования, нажав на пункт меню Edit. Курсор появится в окне, где можно с клавиатуры набирать текст программы.

4. Описание программы на Прологе начинается с описания предикатов, а затем с описания фактов. Как было указано выше, в предикате указывается типа аргументов, факт представляет собой заполненный предикат.

Описание предикатов начинается со слова *predicates*.

Предикаты для данной задачи и версии Пролога имеют следующий вид:

predicates

imeet(symbol,symbol)

ostavil(symbol,symbol)

sostoit(symbol,symbol)

vsal(symbol,symbol)

Обратите внимание, что программа записывается только латинскими буквами. Тип данных означает, что предикаты заполняются только символьными значениями. Например, предикату *imeet(symbol,symbol)* соответствует факт *imeet(melnik,starshii_sin)* и т.д.

После описания предикатов идет описание фактов. Начинается описание со слов *clauses*. Факты такие же, что мы описывали выше в этом же примере, только записаны они латинскими буквами. Обратите внимание, что аргументы фактов записаны маленькими буквами. В конце каждого факта ставится точка.

```
imeet(melnik,starshii_sin).
imeet(melnik,srednii_sin).
imeet(melnik,mladshii_sin).
ostavil(melnik,nasledstvo).
sostoit(nasledstvo,melnica).
sostoit(nasledstvo,osel).
sostoit(nasledstvo,kot).
vsal(starshii_sin,melnica).
vsal(srednii_sin,osel).
vsal(mladshii_sin,kot).
```

В конце программа должна иметь вид.

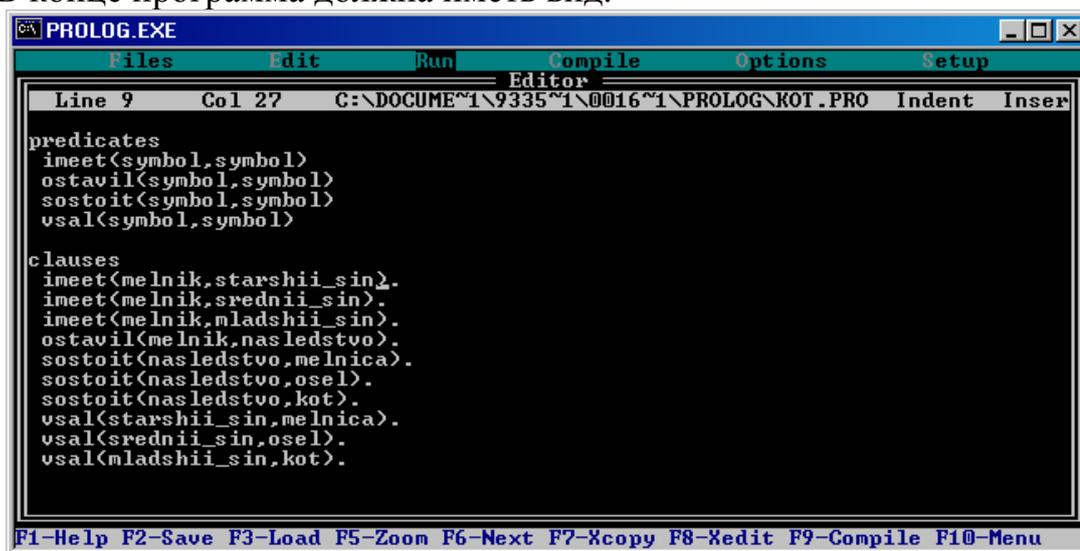


рис.

5. Сохраните файл нажав F2.

К базе данных и базе знаний можно составлять запросы, которые называются *целями*. Используются два типа запросов:

1) Запрос на подтверждение справедливости факта или совокупности фактов. Ответ в таком случае может быть «да» или «нет».

Запрос на естественном языке	Ответ	Запрос на языке Пролог	Ответ
Мельник оставил наследство?	Да	ostavil(melnik,nasledstvo)	Yes
Мельница входила в наследство?	Да	sostoit(nasledstvo,melnica)	Yes
В наследство входил	Нет	sostoit(nasledstvo,stol)	No

стол?			
Кота взял средний сын?	Нет	<code>vsal(srednii_sin,kot)</code>	No
Кота взял младший сын?	Да	<code>vsal(mladshii_sin,kot)</code>	Yes

Запрос может состоять из нескольких предложений (составной запрос), которые перечисляются через запятую. На естественном языке запятая означает союз «и», или логическое умножение (конъюнкция).

Например, на запрос `sostoit(nasledstvo,kot), vsal(mladshii_sin,kot)` будет ответ *yes* (т.к. оба высказывания истинны, конъюнкция двух истинных высказываний означает истина-«да»). Ответом на запрос `sostoit(nasledstvo, stol), vsal(mladshii_sin,kot)` будет *no*.

2) Запрос, требующий развернутого ответа. В записи таких вопросов используют переменные-последовательности символов русского или латинского алфавитов, которые начинаются с прописной буквы.

Запрос на естественном языке	Ответ	Запрос на языке Пролог	Ответ
Кто был у мельника?	Старший, средний и младший сын.	<code>imeet(melnik,X)</code>	<code>starshii_sin</code> <code>srednii_sin</code> <code>mladshii_sin</code>
Что оставил мельник?	наследство	<code>ostavil(melnik,X)</code>	<code>nasledstvo</code>
Из чего состояло наследство?	Мельница, осел и кот	<code>sostoit(nasledstvo,X)</code>	<code>melnica</code> <code>osel</code> <code>kot</code>
Что взял старший сын?	Мельница	<code>vsal(starshii_sin,Y)</code>	<code>melnica</code>
Что дали младшему сыну?	Кот	<code>vsal(mladshii_sin,Z)</code>	<code>kot</code>

Пример 4. Выполнить запросы к БД «Наследство мельника» в Прологе (PDC Prolog Version 3.3).

Откройте файл `nasled.pro`. Выберите пункт меню `Run`. Появится окно, в котором после слова `Goal` с клавиатуры записываются запросы. На следующем рисунке показан режим выполнения запросов.

The screenshot shows the PROLOG.EXE application window. The main editor area contains the following Prolog code:

```

predicates
imeet(symbol,symbol)
ostavil(symbol,symbol)
sostoit(symbol,symbol)
vsal(symbol,symbol)

```

A 'Dialog' box is open in the foreground, displaying the execution of a goal:

```

Goal: imeet(melnik,X)
X=starshii_sin
X=srednii_sin
X=mladshii_sin
3 Solutions
Goal: _

```

The status bar at the bottom of the window shows keyboard shortcuts: F2-Save, F3-Load, F5-Zoom, F6-Next, Ctrl-F7-Last goal, Shift-F10-Resize, F10-End.

4.2.2. Базы знаний на Прологе

База знаний на Прологе состоит из совокупности фактов (базы данных) и правил.

Правило-предложение, носящее более общий характер. Он определяет новый предикат через предикаты, определенные ранее. Форма записи правила:

<голова правила> :- <тело правила> .

Простейшее правило содержит два предиката, соединенных символами «:-» (если).

Обычно в правилах есть переменные. Например, правило, определяющее отношение «сын» через отношение «отец» запишется так: сын(A,B):-отец(B,A). Здесь A и B-переменные, обозначающие любые объекты (имена мужчин). Тело правила выполняет роль посылки (условия) истинности головы правила: если истинно тело правила, то истинна голова правила.

В теле правила может быть несколько предикатов, соединяется они запятой, что означает логическое «И» (конъюнкция). Например,

дедушка(A,B):-отец(A,C),отец(C,B)

В Прологе существует встроенный предикат *not* (отрицание). Например, *not*(отец(A,B)) означает, что человек A не является отцом B.

В некоторых случаях переменная необязательно должна входить в ответ на запрос. Для этого используется анонимная переменная, обозначаемая символом подчеркивания «_». Например, правило, определяющее кто является музыкантом, можно выразить так: человек X является музыкантом, если он играет на любом (не важно каком) музыкальном инструменте.

музыкант(X):-играет(X,_).

Пример 5. Сформировать базу знаний «Гурман» из следующих фактов и правил:

Асхат любит X, если это блюдо (пицца) и если оно вкусное. Пицца, овсянка, рисовая каша является пищей. Пицца вкусная, овсянка нет, кеспе очень вкусное.

Ответить на вопрос «Что любит Асхат?».

Листинг программы:

predicates

likes(symbol,symbol)

tastes(symbol,symbol)

food(symbol)

clauses

likes(ashat, X) :- food(X), tastes(X, good).

tastes(pizza, good).

tastes(kespe, good).

tastes(ovsanka, bad).

food(ovsanka).

food(pizza).

food(kespe).

Запрос (при выборе пункта меню Run): *likes(ashat, X)*

Пример 6. Сформировать базу знаний «Соревнования» из следующих фактов, представленных в таблице, и правил:

фамилия	вид спорта	место
Асаинова	плавание	1
Искаков	бокс	4
Ахметов	бокс	2
Есин	плавание	14
Рахимжанова	плавание	3
Камзин	легкая атлетика	1
Сметанин	легкая атлетика	6

Записать правила, определяющие :

-призеров соревнования,

-призеры, получившие золотые, серебряные и бронзовые медали,

predicates

sportsmen(symbol,symbol,integer)

prizer(symbol)

prizer_zol(symbol)

prizer_ser(symbol)

prizer_bronz(symbol)

clauses

sportsmen(assainova,plavanie,1).

sportsmen(iskakov,box,4).

sportsmen(ahmetov,box,2).

sportsmen(esin,plavanie,14).

sportsmen(rahimzhanova,plavanie,3).

sportsmen(kamzin,atletika,1).

sportsmen(smetanin,atletika,6).

prizer(X):-sportsmen(X,_Y),Y<4.

prizer_zol(X):-sportsmen(X,_Y),Y=1.

prizer_ser(X):-sportsmen(X,_Y),Y=2.

prizer_bronz(X):-sportsmen(X,_Y),Y=3.

Goal: *prizer(X)*

Goal: *prizer_zol(X)*

Goal: *prizer_ser(X)*

Goal: *prizer_bronz(X)*

Тип integer –тип целых чисел.

Задачи

№4. База знаний «Друзья и спорт»:

predicates

likes(symbol,symbol)

clauses

likes(ellen, tennis).

likes(john, football).

likes(tom, baseball).

likes(eric, swimming).

likes(mark, tennis).

likes(bill, Activity):- likes(tom, Activity).

Сформулировать вопросы на Прологе:

Что любит Том? Кто любит теннис? Что любит Билл?

Какие ответы будут получены?

№5

Сформировать базу знаний «Квартет» из следующих фактов и правил:

Мартышка играет на скрипке.

Осел играет на альте.

Козел играет на виолончели.

Мишка играет на контрабасе.

Четверо музыкантов и могут образовать квартет, если один из них играет на скрипке, другой-на альте, третий-на виолончели и четвертый – на контрабасе.

Получить ответы на вопросы: Кто играет на контрабасе? На чем играет осел? Образуют ли квартет Мартышка, Осел, Козел и Мишка? Кто из музыкантов данной базы знаний может образовать квартет?

№6

База знаний «Семья»:

мать(елена, светлана).

мать(елена, анна).

мать(галина, елена).

отец(виталий, светлана).

отец(юрий, виталий).

отец(сергей, елена).

дед(X, Y):-отец(X, Z), мать(Z, Y).

дед(X, Y):-отец(X, Z), отец(Z, Y).

бабка(X, Y):-мать(X, Z), мать(Z, Y).

бабка(X, Y):-мать(X, Z), отец(Z, Y).

Ответить на следующие вопросы:

дед(юрий, светлана).

дед(A, B).

бабка(галина, H).

дед(A, B), бабка(T, B).

Сформулировать вопросы на Прологе: Кто является ребенком Елены и Виталия? Кто является дедом Светланы? Кто является бабушкой Светланы?

Составить правила:

A является ребенком B.

A является сестрой B.

A является братом B.

№7

Составить базу знаний «Знакомства» из следующих правил и фактов:

Мери прелестна. Джон добрый. Джон мужественный. Джон сильный.

Некто счастлив, если богатый или нравится женщинам. Мужчина нравится

женщине, если женщина нравится мужчине и он добрый, либо мужчина добрый и сильный. Мужчине нравится женщина, если она прелестна.

Сформулировать вопрос счастлив ли Джон? Найти мужчин, которые могут нравиться женщинам.

№8.

Проанализируйте программу «Покупки». Составьте возможные запросы на Прологе.

predicates

can_buy(symbol, symbol)

person(symbol)

car(symbol)

likes(symbol, symbol)

for_sale(symbol)

clauses

can_buy(X, Y) :- person(X), car(Y), likes(X, Y), for_sale(Y).

person(kelly).

person(judy).

person(ellen).

person(mark).

car(lemon).

car(hot_rod).

likes(kelly, hot_rod).

likes(judy, pizza).

likes(ellen, tennis).

likes(mark, tennis).

for_sale(pizza).

for_sale(lemon).

for_sale(hot_rod).

№8

Имеется несколько таблиц с данными о клиентах, работниках банка.

Таблица «Клиенты»

nomer	den	data	fam	name	summa	prozent
1200	"02"	"03.2000"	"Князев"	"Олег Игоревич "	5000	15
1301	"02"	"05.2001"	"Искаков"	"Кайрбек Ержанович"	21500	8
2406	"12"	"12.2006"	"Асаинова"	"Алмагуль Жаяковна"	16753	8
1506	"11"	"12.2006"	"Серкебаев"	"Серик Серикбаевич"	5215	15
1806	"09"	"09.2006"	"Сыромятин"	"Виталий"	2035	8

				Андреевич"		
4505	"25"	"05.2005"	"Акын"	"Дурен Аханович"	54698	14
7506	"30"	"06.2006"	"Кулешов"	"Дмитрий Сергеевич"	12052	14
2406	"01"	"04.2006"	"Муканов"	"Бахыт "	120605	15

Таблица «Работники»

fam	name
"Асаинова"	"Алмагуль Жаяковна"
"Искаков"	"Кайрбек Ержанович"
"Сметанин"	"Сергей Сергеевич"
"Алиев"	""Мухаммед
"Иванов"	"Иван Иванович"

Таблица «Руководство»

fam	name	dolgnost
"Нурбаев"	"Нуржан Аманжолович"	"директор"
"Акын"	"Дурен Аханович"	"зам.директора"
"Миллер"	"Ольга Геннадьевна"	"бухгалтер"
"Серкебаев"	"Серик Серикбаевич"	"юрист"

Постройте базу знаний, определив следующие правила:

Вклад с процентами (процент вклада клиента выше 0).

Вклад руководителя (руководитель имеет счет в банке, или руководитель является одновременно клиентом этого банка).

Состоятельный клиент (сумма на счете клиента выше 50 000).

Месяц открытия счета клиента.

Работник-клиент (работник банка, являющийся одновременно клиентом банка)