



Министерство науки и высшего образования Российской
Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ «Информатика и системы управления»

КАФЕДРА «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»

Лабораторная работа № 13

Дисциплина Функциональное и логическое программирование

Тема Работа программы на Prolog

Студент Куприй А. А.

Группа ИУ7-63Б

Оценка (баллы) _____

Преподаватель Толпинская Н. Б., Строганов Ю. В.

Москва, 2020 г.

Цель работы – получить навыки построения модели предметной области, разработки и оформления программы на Prolog, изучить принципы, логику формирования программы и отдельные шаги выполнения программы на Prolog.

Задачи работы: приобрести навыки декларативного описания предметной области с использованием фактов и правил.

Изучить способы использования термов, переменных, фактов и правил в программе на Prolog, принципы и правила сопоставления и отождествления, порядок унификации.

Задание:

Составить программу, т. е. модель предметной области – базу знаний, объединив в ней информацию – знания:

- **«Телефонный справочник»:** Фамилия, №тел, Адрес – структура (Город, Улица, №дома, №КВ),
- **«Автомобили»:** Фамилия владельца, Марка, Цвет, Стоимость, и др.,
- **«Вкладчики банков»:** Фамилия, Банк, счет, сумма, др.

Владелец может иметь несколько телефонов, автомобилей, вкладов (Факты).

Используя правила, обеспечить возможность поиска:

1. **а)** По № телефона найти: Фамилию, Марку автомобиля, Стоимость автомобиля (может быть несколько),
в) Используя сформированное в пункте **а)** правило, по № телефона найти: только Марку автомобиля (автомобилей может быть несколько),
2. Используя простой, не составной вопрос: по Фамилии (уникальна в городе, но в разных городах есть однофамильцы) и Городу проживания найти: Улицу проживания, Банки, в которых есть вклады и №телефона.

Для задания 1 и задания 2:

Для одного из вариантов ответов, и для **а)** и для **в)**, **описать словесно** порядок поиска ответа на вопрос, указав, как выбираются знания, и, при этом, для **каждого этапа унификации, выписать подстановку** – **наибольший общий унификатор, и соответствующие примеры** термов.

Вопросы:

Что такое терм?

Термы – слова, которые описывают сущности изучаемого мира.

Что такое предикат в матлогике (математике)?

Предикат – функция с множеством значений $\{0, 1\}$, определенная на множестве $M = M_1 * M_2 * \dots * M_n$.

Что описывает предикат в Prolog?

Предикаты – слова, которые описывают атрибуты/свойства сущностей, их поведение и отношение.

Виды предложений в программе, примеры таких предложений.

- Факты – утверждения, которые всегда истинны. Предложения с пустым телом.

depositor(name1, sberbank, 444433332, 700000).

- Правила- утверждения, истинность которых зависит от некоторых условий. Имеют голову и непустое тело.

**search_by(Name, Number, Brand, Price) :-
 phonebook (Name, Number, _),
 automobile (Name, Brand, _, Price).**

- Вопросы – с их помощью пользователь спрашивает систему о том, какие утверждения являются истинными. Предложения, состоящие только из тела.

search_by(Name, 22211100, Brand, Price).

Какие предложения являются основными, а какие – не основными?

Если составные термы, факты, правила и вопросы не содержат переменных, то они называются основными.

Составные термы, факты, правила и вопросы в момент фиксации в программе могут содержать переменные, тогда они называются неосновными.

Каков синтаксис этих предложений

Переменные обозначаются идентификаторами, начинающимися с заглавной буквы.

Каково назначение переменных

Переменные обозначают некоторый неизвестный объект из некоторого множества объектов.

Особенности использования переменных в программе на Prolog?

В момент фиксации утверждений в программе не имеют значения. Значения для переменных могут быть установлены системой только в процессе поиска ответа на вопрос, т. е. реализации программы.

Виды переменных

- Именованные – есть имя – комбинация символов.
- Анонимные – нет имени – символ подчеркивания.

или

- Связанная (конкретизирована) – имеется объект, который в данный момент обозначает данная переменная.
- Свободная (не конкретизирована)

Какое предложение БЗ сформулировано в более общей – абстрактной форме: содержащее или не содержащее переменных?

Не содержащее переменных.

Что такое подстановка?

Подстановка - множество пар вида $\{X_i = t_i\}$, где X_i – переменная, а t_i – терм.

Что такое пример терма?

Терм В называется примером терма А, если существует такая подстановка Θ , что $B = A\Theta$, где $A\Theta$ – результат применения подстановки к терму.

Как и когда строится?

Примеры строятся во время алгоритма унификации.

Унификация – процесс сравнения и связывания.

Текст программы

domains

```
name = symbol.  
number = integer.  
city, street = symbol.  
house, apartment = integer.  
brand, color = symbol.  
price = integer.  
bank = symbol.  
account, amount = integer.  
address = address(city, street, house, apartment)
```

predicates

```
phonebook (name, number, address)  
automobile(name, brand, color, price)  
depositor (name, bank, account, amount)  
  
search_by(name, number, brand, price)  
search_by(number, brand)  
search_by(name, city, number, street, bank)
```

clauses

```
phonebook(name1, 22211100, address(moscow, lenina, 14, 128)).  
phonebook(name1, 22211100, address(moscow, baumanskaya, 1, 10)).  
phonebook(name1, 88877766, address(sp, lenina, 14, 128)).  
phonebook(name2, 44433322, address(moscow, ahmatovoy, 12, 153)).  
phonebook(name3, 66655544, address(moscow, baumanskaya, 1, 10)).  
phonebook(name3, 66655544, address(moscow, moscowskaya, 1, 10)).  
phonebook(name5, 11100099, address(sp, krivaya, 12, 153)).  
phonebook(name6, 33322211, address(sp, kurchatova, 1, 10)).  
  
automobile(name1, ford, black, 1600000).  
automobile(name1, volvo, silver, 1300000).  
automobile(name2, nissan, green, 970000).
```

automobile(name4, nissan, yellow, 900000).

automobile(name5, lexus, pink, 900000).

automobile(name6, volvo, red, 900000).

depositor(name1, sberbank, 444433332, 700000).

depositor(name1, vtb, 444433332, 700000).

depositor(name2, sberbank, 222233332, 200000).

depositor(name3, vtb, 333333332, 300000).

depositor(name4, sberbank, 555533332, 400000).

search_by(Name, Number, Brand, Price) :-

phonebook (Name, Number, _),

automobile (Name, Brand, _, Price).

search_by(Number, Brand) :-

search_by(_, Number, Brand, _).

search_by(Name, City, Number, Street, Bank) :-

phonebook (Name, Number, address(City, Street, _, _)),

depositor (Name, Bank, _, _).

goal

%search_by(Name, 22211100, Brand, Price).

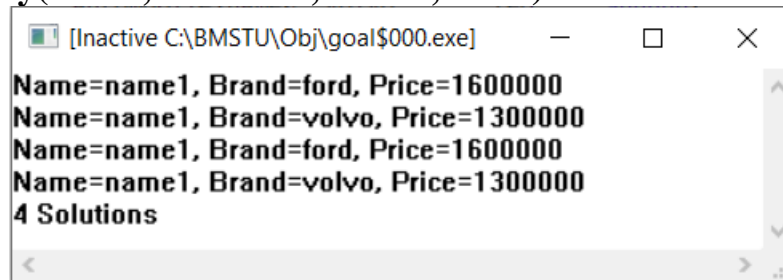
%search_by(22211100, Brand).

search_by(name1, moscow, Number, Street, Bank).

Результаты работы программы:

goal

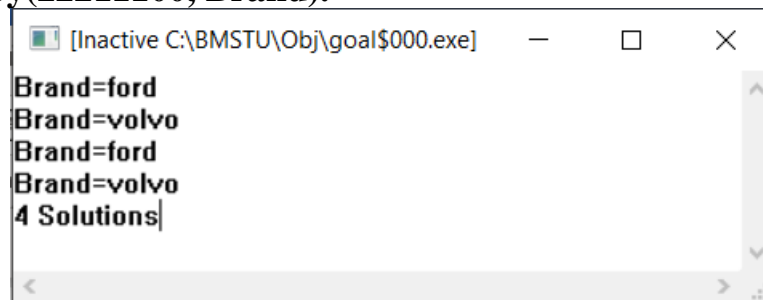
search_by(Name, 22211100, Brand, Price).



```
[Inactive C:\BMSTU\Obj\goal$000.exe]
Name=name1, Brand=ford, Price=1600000
Name=name1, Brand=volvo, Price=1300000
Name=name1, Brand=ford, Price=1600000
Name=name1, Brand=volvo, Price=1300000
4 Solutions
```

goal

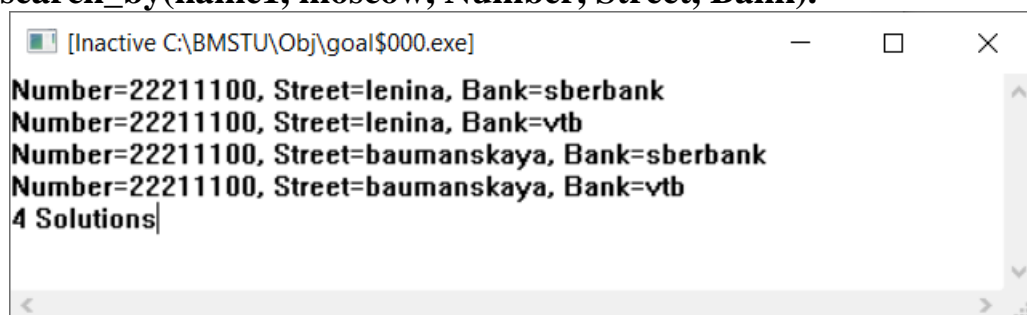
search_by(22211100, Brand).



```
[Inactive C:\BMSTU\Obj\goal$000.exe]
Brand=ford
Brand=volvo
Brand=ford
Brand=volvo
4 Solutions
```

goal

search_by(name1, moscow, Number, Street, Bank).



```
[Inactive C:\BMSTU\Obj\goal$000.exe]
Number=22211100, Street=lenina, Bank=sberbank
Number=22211100, Street=lenina, Bank=vtb
Number=22211100, Street=baumanskaya, Bank=sberbank
Number=22211100, Street=baumanskaya, Bank=vtb
4 Solutions
```


Описание порядка поиска объектов

Цель: search_by(Name, 22211100, Brand, Price).

1. Производится поиск процедуры search_by с арностью, соответствующей арности цели.

Таблица 1

| № шага | Сравниваемые термы; подстановка, если есть | Дальнейшие действия: прямой ход или откат |
|--------|---|--|
| 1 | <p>search_by(Name, 22211100, Brand, Price) и search_by(Name, Number, Brand, Price) → производим унификацию.</p> <p>1) Name унифицируется с Name – не конкретизированные переменные.</p> <p>2) Number унифицируется с 22211100 – не конкретизированная переменная и константа, Number конкретизируется значением 22211100</p> <p>3) Brand унифицируется с Brand - не конкретизированные переменные.</p> <p>Price унифицируется с Price – не конкретизированные переменные.</p> <p>Результат: search_by(Name, 22211100, Brand, Price)</p> | Унификация выполнена, прямой ход. Выполнение первой подцели в теле search_by → phonebook (Name, Number, _) |
| 2 | <p>Унификация phonebook (Name, 22211100, _) и phonebook(name1, 22211100, address(...)).</p> <p>Произведем унификацию:</p> <p>1) Name унифицируется с name1 – Name конкретизируется константой name1.</p> <p>2) 22211100 унифицируется с 22211100 – две одинаковые константы.</p> <p>3) «_» - анонимная переменная, значение игнорируется.</p> <p>Результат: phonebook(name1, 22211100, _)</p> | Унификация выполнена, прямой ход. Выполнение следующей подцели в теле search_by → automobile(Name, Brand, _, Price). |
| 3 | <p>Унификация automobile(name1, Brand, _, Price) и automobile(name1, ford, black, 1600000). Производим унификацию:</p> <p>1) name1 унифицируется с name1 две одинаковые константы.</p> | <p>Унификация выполнена,</p> <p>Name=name1,</p> <p>Brand=ford,</p> <p>Price=1600000.</p> <p>Откат к</p> <p>automobile</p> <p>(name1, Brand, _, Price)</p> |

| | | |
|---|--|---|
| | <p>2) Brand унифицируется с ford – свободная переменная конкретизируется константой ford.</p> <p>3) «_» - значение игнорируется.</p> <p>Price унифицируется с 1600000- свободная переменная конкретизируется константой 1600000.</p> <p>Результат: automobile(name1, ford, _, 1600000)</p> | |
| 4 | <p>Унификация automobile(name1, Brand, _, Price) и automobile(name1, volvo, silver, 1300000). Производим унификацию:</p> <p>1) name1 унифицируется с name1 две одинаковые константы.</p> <p>2) Brand унифицируется с volvo – свободная переменная конкретизируется константой volvo.</p> <p>3) «_» - значение игнорируется.</p> <p>Price унифицируется с 1300000- свободная переменная конкретизируется константой 1300000.</p> <p>Результат: automobile(name1, volvo, _, 1300000)</p> | <p>Унификация выполнена, Name=name1, Brand=volvo, Price=1300000. Откат к automobile (name1, Brand, _, Price)</p> |
| 5 | <p>Соответствий не найдено. Унификация не выполнена.</p> | <p>Откат к phonebook (Name, 22211100, _)</p> |
| 6 | <p>Унификация phonebook (Name, 22211100, _) и phonebook(name1, 22211100, address(...)).</p> <p>Произведем унификацию:</p> <p>4. Name унифицируется с name1 – Name конкретизируется константой name1.</p> <p>5. 22211100 унифицируется с 22211100 – две одинаковые константы.</p> <p>6. «_» - анонимная переменная, значение игнорируется.</p> <p>Результат: phonebook(name1, 22211100, _)</p> | <p>Унификация выполнена, прямой ход. Выполнение следующей подцели в теле search_by -> automobile (Name, Brand, _, Price).</p> |
| 7 | <p>Унификация automobile(name1, Brand, _, Price) и automobile(name1, ford, black, 1600000). Производим унификацию:</p> <p>1. name1 унифицируется с name1 две одинаковые константы.</p> | <p>Унификация выполнена, Name=name1, Brand=ford, Price=1600000. Откат к automobile (name1, Brand, _, Price)</p> |

| | | |
|----|---|--|
| | <p>2. Brand унифицируется с ford – свободная переменная конкретизируется константой ford.</p> <p>3. «_» - значение игнорируется. Price унифицируется с 1600000- свободная переменная конкретизируется константой 1600000.</p> <p>Результат: automobile(name1, ford, _, 1600000)</p> | |
| 8 | <p>Унификация automobile(name1, Brand, _, Price) и automobile(name1, volvo, silver, 1300000). Производим унификацию:</p> <p>5. name1 унифицируется с name1 две одинаковые константы.</p> <p>6. Brand унифицируется с volvo – свободная переменная конкретизируется константой volvo.</p> <p>7. «_» - значение игнорируется.</p> <p>8. Price унифицируется с 1300000- свободная переменная конкретизируется константой 1300000.</p> <p>Результат: automobile(name1, volvo, _, 1300000)</p> | <p>Унификация выполнена, Name=name1, Brand=volvo, Price=1300000.</p> <p>Откат к automobile (name1, Brand, _, Price)</p> |
| 9 | <p>Соответствий не найдено. Унификация не выполнена.</p> | <p>Откат к phonebook (Name, 22211100, _)</p> |
| 10 | <p>Соответствий не найдено. Унификация не выполнена.</p> | <p>4 Solutions.</p> |

Цель: search_by (22211100, Brand).

Производится поиск процедуры search_by с арностью, соответствующей арности цели.

Таблица 2

| № шага | Сравниваемые термы; подстановка, если есть | Дальнейшие действия: прямой ход или откат |
|--------|--|---|
| | | |

| | | |
|---|---|--|
| 1 | <p>search_by (22211100, Brand) и search_by(Number, Brand) → производим унификацию.</p> <p>1. Number унифицируется с 22211100 – не конкретизированная переменная и константа, Number конкретизируется значением 22211100</p> <p>Brand унифицируется с Brand - не конкретизированные переменные.</p> <p>Результат: search_by(22211100, Brand)</p> | <p>Унификация выполнена, прямой ход. Выполнение первой подцели в теле search_by → search_by (Name, 22211100, Brand, Price)</p> |
| 2 | <p>Описание дальнейшей работы описано в Таблице 1.</p> | <p>Откат к search_by (Name, 22211100, Brand, Price)</p> |
| 3 | <p>Соответствий не найдено. Унификация не выполнена.</p> | <p>4 Solutions.</p> |

Цель: search_by(name1, moscow, Number, Street, Bank).

Производится поиск процедуры search_by с аргументами, соответствующими аргументам цели.

Таблица 3

| № шага | Сравниваемые термы; подстановка, если есть | Дальнейшие действия: прямой ход или откат |
|--------|---|---|
| 1 | <p>search_by (name1, moscow, Number, Street, Bank). и search_by (Name, City, Number, Street, Bank). → производим унификацию.</p> <p>1) name1 унифицируется с Name – не конкретизированная переменная конкретизируется константой.</p> <p>2) City унифицируется с moscow – не конкретизированная переменная и константа,</p> <p>3) Number конкретизируется с Number - не конкретизированные переменные.</p> <p>4) Street унифицируется с Street - не конкретизированные переменные.</p> <p>5) Bank унифицируется с Bank – не конкретизированные переменные.</p> <p>Результат: search_by (name1, moscow, Number, Street, Bank).</p> | <p>Унификация выполнена, прямой ход. Выполнение первой подцели в теле search_by → phonebook (name1, Number, address(moscow, Street, _, _)).</p> |

| | | |
|---|--|--|
| 2 | <p>Унификация phonebook(name1, Number, address(moscow, Street, _, _)) и phonebook(name1, 22211100, address(moscow, lenina, 14, 128)).</p> <p>Производим унификацию:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. name1 унифицируется с name1 – две константы. 2. Number унифицируется с 22211100 - не конкретизированная переменная и константа, Number конкретизируется значением 22211100. 3. moscow унифицируется с moscow – две константы. 4. Street унифицируется с lenina - не конкретизированная переменная и константа, Street конкретизируется константой lenina. 5. «_» - анонимная переменная, значение игнорируется. 6. «_» - анонимная переменная, значения игнорируется. <p>Результат: phonebook (name1, 22211100, address(moscow, lenina, _, _))</p> | <p>Унификация успешно выполнена, прямой ход к подцели depositor (name1, Bank, _, _).</p> |
| 3 | <p>Унификация depositor (name1, Bank, _, _) и depositor(name1, sberbank, 444433332, 700000).</p> <p>Произведем унификацию:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) name1 унифицируется с name1 – две константы. 2) Bank унифицируется с sberbank – свободная переменная и константа, Bank конкретизируется константой sberbank. 3) «_» - анонимная переменная, значение игнорируется. 4) «_» - анонимная переменная, значения игнорируется. <p>Результат: depositor (name1, sberbank, _, _).</p> | <p>Унификация выполнена, Name=name1, Number = 22211100 Bank=sberbank. Откат к depositor (name1, Bank, _, _)</p> |
| 4 | <p>Унификация depositor (name1, Bank, _, _) и depositor (name1, vtb, 444433332, 700000).</p> <p>Произведем унификацию:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) name1 унифицируется с name1 – две константы. 2) Bank унифицируется с vtb – свободная переменная и константа, Bank конкретизируется константой vtb. | <p>Унификация выполнена, Name=name1, Number = 22211100 Bank=vtb. Откат к depositor (name1, Bank, _, _)</p> |

| | | |
|---|--|--|
| | <p>3) «_» - анонимная переменная, значение игнорируется.</p> <p>4) «_» - анонимная переменная, значения игнорируется.</p> <p>Результат: depositor (name1, vtb, _, _).</p> | |
| 5 | <p>Соответствий не найдено. Унификация не выполнена.</p> | <p>Откат к phonebook (name1, Number, address(moscow, Street, _, _)).</p> |
| 6 | <p>Унификация phonebook (name1, Number, address(moscow, Street, _, _)) и phonebook(name1, 22211100, address(moscow, baumanskaya, 1, 10)). Производим унификацию:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) name1 унифицируется с name1 – две константы. 2) Number унифицируется с 22211100 - не конкретизированная переменная и константа, Number конкретизируется значением 22211100. 3) moscow унифицируется с moscow – две константы. 4) Street унифицируется с baumanskaya - не конкретизированная переменная и константа, Street конкретизируется константой baumanskaya. 5) «_» - анонимная переменная, значение игнорируется. 6) «_» - анонимная переменная, значения игнорируется. <p>Результат: phonebook (name1, 22211100, address(moscow, baumanskaya, _, _))</p> | <p>Унификация успешно выполнена, прямой ход к подцели depositor (name1, Bank, _, _).</p> |
| 7 | <p>Унификация depositor (name1, Bank, _, _) и depositor(name1, sberbank, 444433332, 700000). Произведем унификацию:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) name1 унифицируется с name1 – две константы. 2) Bank унифицируется с sberbank – свободная переменная и константа, Bank конкретизируется константой sberbank. 3) «_» - анонимная переменная, значение игнорируется. | <p>Унификация выполнена, Name=name1, Number = 22211100 Bank=sberbank. Откат к depositor (name1, Bank, _, _)</p> |

| | | |
|----|--|---|
| | <p>4) «_» - анонимная переменная, значения игнорируется.</p> <p>Результат: depositor(name1, sberbank, _, _).</p> | |
| 8 | <p>Унификация depositor(name1, Bank, _, _) и depositor(name1, vtb, 444433332, 700000).</p> <p>Произведем унификацию:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) name1 унифицируется с name1 – две константы. 2) Bank унифицируется с vtb – свободная переменная и константа, Bank конкретизируется константой vtb. 3) «_» - анонимная переменная, значение игнорируется. 4) «_» - анонимная переменная, значения игнорируется. <p>Результат: depositor(name1, vtb, _, _).</p> | <p>Унификация выполнена,</p> <p>Name=name1,</p> <p>Number = 22211100</p> <p>Bank=vtb.</p> <p>Откат к depositor (name1, Bank, _, _)</p> |
| 9 | <p>Соответствий не найдено. Унификация не выполнена.</p> | <p>Откат к phonebook (name1, Number, address(moscow, Street, _, _)).</p> |
| 10 | <p>Соответствий не найдено. Унификация не выполнена.</p> | <p>4 Solutions.</p> |