



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**

Тема Работа программы на Prolog

Студент Сушина А.Д.

Группа ИУ7-616

Оценка (баллы) \_\_\_\_\_

Преподаватель Толпинская Н.Б.

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.

### Ход работы

#### 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 задания1 и задания2:

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.

### Код программы

domains

```
LASTNAME = symbol.  
PHONE = string.  
CITY = symbol.  
STREET = symbol.  
HOUSE = integer.  
FLAT = integer.  
MODEL = symbol.  
COLOR = symbol.  
PRICE = integer.  
BANK = symbol.  
SUM = integer.  
NUMBER = integer.  
adress = adress(CITY, STREET, HOUSE, FLAT).
```

predicates

```
person(LASTNAME, PHONE, adress).  
car(LASTNAME, MODEL, PRICE, COLOR).  
depositor(LASTNAME, BANK, SUM, NUMBER).
```

```
carbyphone(PHONE, LASTNAME, MODEL, PRICE).
modelbyphone(PHONE, MODEL).
bynameandcity(LASTNAME, CITY, STREET, BANK, PHONE)
```

clauses

```
person(petrov, "1", adress(moscow, lenina, 34, 12)).
person(ivanov, "154511", adress(moscow, kirova, 34, 32)).
```

```
car(petrov, volvo, 1223122, red).
car(ivanov, lada, 3212112, blue).
car(petrov, lada, 232121222, blue).
```

```
depositor(petrov, sberbank, 1000, 12123213).
depositor(ivanov, alfa, 20000, 111111111).
```

```
carbyphone(PHONE, LASTNAME, MODEL, PRICE):- person(LASTNAME, PHONE, _),
      car(LASTNAME, MODEL, PRICE, _).
modelbyphone(PHONE, MODEL):- carbyphone(PHONE, _, MODEL, _).
bynameandcity(LASTNAME, CITY, STREET, BANK, PHONE):-
      person(LASTNAME, PHONE, adress(CITY, STREET, _, _)),
      depositor(LASTNAME, BANK, _, _).
```

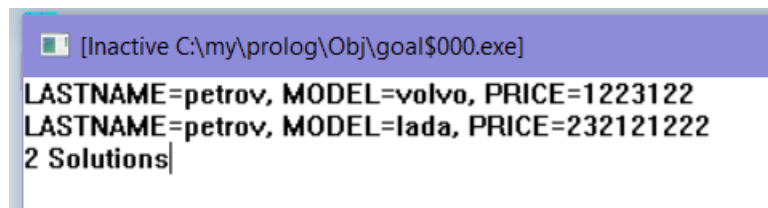
goal

```
%person(smirnov, PHONE, adress(CITY, STREET, HOUSE, FLAT)).
%carbyphone("1", LASTNAME, MODEL, PRICE).
%modelbyphone("1", MODEL).
bynameandcity(ivanov, moscow, STREET, BANK, PHONE).
```

### Примеры работы

Результат ответа на вопрос carbyphone("1", LASTNAME, MODEL, PRICE).

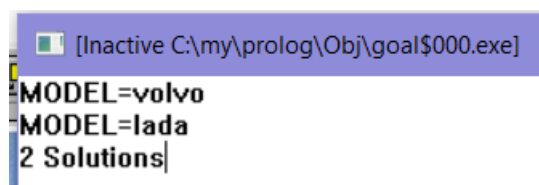
Программа выводит все записи, удовлетворяющие заданному номеру телефона, и все факты об автомобилях, принадлежащих персоне с заданным номером телефона.



```
[Inactive C:\my\prolog\Obj\goal$000.exe]
LASTNAME=petrov, MODEL=volvo, PRICE=1223122
LASTNAME=petrov, MODEL=lada, PRICE=232121222
2 Solutions|
```

Результат ответа на вопрос modelbyphone("1", MODEL).

Программы выводит все записи, удовлетворяющие заданному номеру телефона. Она выводит марку каждого автомобиля, принадлежащего персоне с указанным номером телефона.



```
[Inactive C:\my\prolog\Obj\goal$000.exe]
MODEL=volvo
MODEL=lada
2 Solutions|
```

Результат ответа на вопрос `bynameandcity(ivanov, moscow, STREET, BANK, PHONE)`. Программа выводит все записи, удовлетворяющие заданной фамилии и городу. Она выводит информацию об улице, на которой живет персоне с указанным городом и фамилией, номер телефона этой персоны (или несколько номеров телефона) и банки, в которых в этой персоны открыты вклады.



### Вопросы:

1. Что такое терм?

Терм — это объект знаний в Prolog. Термы могут быть константами, переменными или составными термами. В свою очередь константы могут быть числовыми, символьными атомами или строками. Переменные могут быть именованными или анонимными. Составные термы используются для обозначения отношений между объектами, они объединяют отдельные элементы знаний в единый объект.

2. Что такое предикат в матлогике (математике)?

Предикат в матлогике — это функция, которая возвращает одно из двух значений: 0 («ложь») или 1 («Истина»).

3. Что описывает предикат в Prolog?

В Prolog предикат описывает отношение между объектами. Это отношение также как в математике может быть истинным.

4. Назовите виды предложений в программе и приведите примеры таких предложений из Вашей программы. Какие предложения являются основными, а какие – не основными? Каковы: синтаксис и семантика (формальный смысл) этих предложений (основных и неосновных)?

Виды предложений в программе:

- Факты — с их помощью записываются знания.  
Пример: `car(petrov, volvo, 1223122, red).`
- Правила — это обобщенная запись знаний и условий, при которых знание является истиной.  
Пример: `carbyphone(PHONE, LASTNAME, MODEL, PRICE):-  
person(LASTNAME, PHONE, _ ),  
car(LASTNAME, MODEL, PRICE, _).`
- Вопросы — используются для выяснения истинности какого-либо знания и  
Пример: `carbyphone("1", LASTNAME, MODEL, PRICE).`

Основные предложения — это предложения, которые не содержат переменных.

Неосновные предложения — это предложения, которые содержат переменные в момент фиксации программы.

Синтаксически предложения записываются как

`A :- B1, ... , Bn.`

А — это заголовок правила, а В<sub>1</sub>,..., В<sub>п</sub> — тело правила.

Правила состоят и из заголовка и из тела. Факты — частный случай правил, состоят только из заголовка. Вопросы состоят только из тела.

5. Каковы назначение, виды и особенности использования переменных в программе на Prolog? Какое предложение БЗ сформулировано в более общей – абстрактной форме: содержащее или не содержащее переменных?

Переменные предназначены для передачи знаний.

Переменные могут быть именованные и анонимные.

Если переменная не имеет значения, то она называется свободной, иначе — конкретизированной. Анонимные переменные не могут быть связаны со значением.

Анонимные переменные используются в случаях, когда необходимо использовать переменную, однако ее значение не существенно.

Именованные переменные уникальны в рамках одного предложения, т. е. в разных предложениях одно и то же имя переменной может использоваться для обозначения разных объектов. Анонимные переменные уникальны везде.

Все переменные безтиповые, в процессе вычисления они могут связываться с любыми объектами.

Предложение содержащее переменные сформулировано в более общей-абстрактной форме, так как несколько знаний могут подойти под одно предложение.

6. Что такое подстановка?

Подстановкой называется множество пар, вида: {  $x_i = t_i$  }, где  $x_i$  — переменная, а  $t_i$  — терм. Каждой переменной  $x_i$  в соответствие ставится терм  $t_i$ .

7. Что такое пример терма? Как и когда строится? Как Вы думаете, система строит и хранит примеры?

Пример терма А — это терм В такой, что существует такая подстановка  $\theta$ , что  $B = A\theta$ .

Примеры термов строятся в процессе унификации, когда происходит сравнение двух термов, с помощью подстановки всех возможных значений из базы знаний. Пример хранится в памяти для продолжения доказательства. Он уничтожается когда система заходит в тупик или на вопрос можно дать ответ «да».

1. a) carbyphone("1", LASTNAME, MODEL, PRICE).

№ шага	Сравниваемые термы; результат; подстановка, если есть	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (к чему приводит?)
0	Сравнение терма carbyphone("1", LASTNAME, MODEL, PRICE) с каждым термом из набора: person(petrov, "1", adress(moscow, lenina, 34, 12)). person(ivanov, "154511", adress(moscow, kirova, 34, 32)).  car(petrov, volvo, 1223122, red). car(ivanov, lada, 3212112, blue). car(petrov, lada, 232121222, blue).  depositor(petrov,sberbank,1000, 12123213).	После каждого сравнения происходит откат, затем переход к анализу следующего предложения.

	depositor(ivanov,alfa,20000, 111111111).  При каждом сравнении унификация не успешна.	
1.	Сравниваемые термы: T1 = carbyphone(PHONE, LASTNAME, MODEL, PRICE) T2 = carbyphone("1", LASTNAME, MODEL, PRICE). Подстановка: PHONE = "1"	Прямой ход
2	T1 = person(petrov, "1", adress(moscow, lenina, 34, 12)). T2 = person(LASTNAME,"1", _ ). подстановка LASTNAME = petrov	Прямой ход
3	T1 = car(petrov, volvo, 1223122, red). T2 = car(petrov, MODEL, PRICE,_). Подстановка model = volvo, price = 1223122	Ответ найден выводится  <b>lastname = petrov</b> <b>model = volvo price</b> <b>= 1223122</b>
4.	T1 = car(ivanov, lada, 3212112, blue). T2 = car(petrov, MODEL, PRICE,_). Petrov != ivanov	Откат. Переход к следующему предложению.
5.	T1 = car(petrov, lada, 232121222, blue). T2 = car(petrov, MODEL, PRICE,_). Термы унифицируются. Подстановка model = lada, price = 232121222	Ответ найден выводится  <b>lastname = petrov</b> <b>model =lada price =</b> <b>232121222</b>
6	Сравнение терма car(petrov, MODEL, PRICE,_) со всеми термами из: depositor(petrov,sberbank,1000, 12123213). depositor(ivanov,alfa,20000, 111111111). carbyphone(PHONE,LASTNAME,MODEL,PRICE) modelbyphone(PHONE, MODEL) bynameandcity(LASTNAME, CITY, STREET, BANK, PHONE) При каждом сравнении унификация не успешна.	После каждого сравнения происходит откат, затем переход к анализу следующего предложения. Все предложения проанализированы. Возврат к шагу 2.
7	T1 = person(ivanov, "154511", adress(moscow, kirova, 34, 32)) T2 = person(LASTNAME,"1", _ ).  "154511" != "1"	Откат. Переход к следующему предложению.
8	Сравнение терма person(LASTNAME,"1", _ ) со всеми термами из:	После каждого сравнения

	car(petrov, volvo, 1223122, red). car(ivanov, lada, 3212112, blue). car(petrov, lada, 232121222, blue). depositor(petrov,sberbank,1000, 12123213). depositor(ivanov,alfa,20000, 111111111). carbyphone(PHONE,LASTNAME,MODEL,PRICE) modelbyphone(PHONE, MODEL) bynameandcity(LASTNAME, CITY, STREET, BANK, PHONE) При каждом сравнении унификация не успешна.	происходит откат, затем переход к анализу следующего предложения. Все предложения проанализированы. Возврат к шагу 1.
9	Сравнение терма carbyphone("1", LASTNAME, MODEL, PRICE) с каждым термом из набора: modelbyphone(PHONE, MODEL) bynameandcity(LASTNAME, CITY, STREET, BANK, PHONE) При каждом сравнении унификация не успешна.	После каждого сравнения происходит откат, затем переход к анализу следующего предложения. Все предложения проанализированы. Ответ найден. Завершение работы.

### 1. в)modelbyphone("1", MODEL).

№ шага	Сравниваемые термы; результат; подстановка, если есть	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (к чему приводит?)
0	Сравнение терма carbyphone("1", LASTNAME, MODEL, PRICE) с каждым термом из набора: person(petrov, "1", adress(moscow, lenina, 34, 12)). person(ivanov, "154511", adress(moscow, kirova, 34, 32)).  car(petrov, volvo, 1223122, red). car(ivanov, lada, 3212112, blue). car(petrov, lada, 232121222, blue).  depositor(petrov,sberbank,1000, 12123213). depositor(ivanov,alfa,20000, 111111111). carbyphone(PHONE,LASTNAME,MODEL,PRICE) При каждом сравнении унификация не успешна.	После каждого сравнения происходит откат, затем переход к анализу следующего предложения.
1	Сравниваемые термы: modelbyphone("1", MODEL). modelbyphone(PHONE, MODEL) связываются PHONE="1"	Прямой ход
2	Сравнение терма carbyphone("1", _, MODEL, _) с каждым термом	После каждого

	<p>из набора:  person(petrov, "1", adress(moscow, lenina, 34, 12)).  person(ivanov, "154511", adress(moscow, kirova, 34, 32)).</p> <p>car(petrov, volvo, 1223122, red).  car(ivanov, lada, 3212112, blue).  car(petrov, lada, 232121222, blue).</p> <p>depositor(petrov,sberbank,1000, 12123213).  depositor(ivanov,alfa,20000, 111111111).</p> <p>При каждом сравнении унификация не успешна.</p>	сравнения происходит откат, затем переход к анализу следующего предложения.
3	carbyphone(«1», _, MODEL, _). carbyphone(PHONE, LASTNAME, MODEL, PRICE) связываются : PHONE = "1"	Прямой ход
4	T1 = person(petrov, "1", adress(moscow, lenina, 34, 12)). T2 = person(LASTNAME,"1", _ ). подстановка LASTNAME = petrov	Прямой ход
5	T1 = car(petrov, volvo, 1223122, red). T2 = car(petrov, MODEL, PRICE,_). Подстановка model = volvo, price = 1223122	Ответ найден выводится  <b>model = volvo</b>
6.	T1 = car(ivanov, lada, 3212112, blue). T2 = car(petrov, MODEL, PRICE,_). Petrov != ivanov	Откат. Переход к следующему предложению.
7.	T1 = car(petrov, lada, 232121222, blue). T2 = car(petrov, MODEL, PRICE,_). Термы унифицируются. Подстановка model = lada, price = 232121222	Ответ найден выводится  <b>model =lada</b>
8	Сравнение терма car(petrov, MODEL, PRICE,_) со всеми термами из: depositor(petrov,sberbank,1000, 12123213). depositor(ivanov,alfa,20000, 111111111). carbyphone(PHONE,LASTNAME,MODEL,PRICE) modelbyphone(PHONE, MODEL) bynameandcity(LASTNAME, CITY, STREET, BANK, PHONE) При каждом сравнении унификация не успешна.	После каждого сравнения происходит откат, затем переход к анализу следующего предложения. Все предложения проанализированы. Возврат к шагу 2.
9.	T1 = person(ivanov, "154511", adress(moscow, kirova, 34, 32)) T2 = person(LASTNAME,"1", _ ).	Откат. Переход к следующему предложению.



	“154511” != “1”	
10	<p>Сравнение терма person(LASTNAME,”1”, _ ) со всеми термами из:</p> <p>car(petrov, volvo, 1223122, red).</p> <p>car(ivanov, lada, 3212112, blue).</p> <p>car(petrov, lada, 232121222, blue).</p> <p>depositor(petrov,sberbank,1000, 12123213).</p> <p>depositor(ivanov,alfa,20000, 111111111).</p> <p>carbyphone(PHONE, LASTNAME, MODEL, PRICE)</p> <p>modelbyphone(PHONE, MODEL)</p> <p>bynameandcity(LASTNAME, CITY, STREET, BANK, PHONE)</p> <p>При каждом сравнении унификация не успешна.</p>	<p>После каждого сравнения происходит откат, затем переход к анализу следующего предложения.</p> <p>Все предложения проанализированы.</p> <p>Возврат к шагу 3.</p>
11	<p>Сравнение терма carbyphone(«1», _, MODEL, _).с каждым термом из набора:</p> <p>modelbyphone(PHONE, MODEL)</p> <p>bynameandcity(LASTNAME, CITY, STREET, BANK, PHONE)</p> <p>При каждом сравнении унификация не успешна.</p>	<p>После каждого сравнения происходит откат, затем переход к анализу следующего предложения.</p> <p>Все предложения проанализированы.</p> <p>Возврат к шагу 1.</p>
12	<p>carbyphone("1", LASTNAME, MODEL, PRICE)</p> <p>bynameandcity(LASTNAME, CITY, STREET, BANK, PHONE)</p> <p>Унификация не успешна.</p>	<p>Откат.</p> <p>Предложений больше нет. Ответ найден. Завершение работы.</p>

## 2. bynameandcity(ivanov, moscow, STREET, BANK, PHONE).

№ шага	Сравниваемые термы; результат; подстановка, если есть	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (к чему приводит?)
0	<p>Сравнение терма carbyphone("1", LASTNAME, MODEL, PRICE) с каждым термом из набора:</p> <p>person(petrov, "1", adress(moscow, lenina, 34, 12)).</p> <p>person(ivanov, "154511", adress(moscow, kirova, 34, 32)).</p> <p>car(petrov, volvo, 1223122, red).</p> <p>car(ivanov, lada, 3212112, blue).</p> <p>car(petrov, lada, 232121222, blue).</p>	<p>После каждого сравнения происходит откат, затем переход к анализу следующего предложения.</p>

	depositor(ivanov,sberbank,1000, 12123213). depositor(ivanov,alfa,20000, 111111111). carbyphone(PHONE,LASTNAME,MODEL,PRICE)\ modelbyphone(PHONE, MODEL) При каждом сравнении унификация не успешна.	
1	bynameandcity(ivanov, moscow, STREET, BANK, PHONE). bynameandcity(LASTNAME, CITY, STREET, BANK, PHONE) Унификация успешна Связываются LASTNAME=ivanov, CITY = moscow	Прямой ход
2	Сравниваются : person(ivanov, PHONE, adress( moscow, STREET, _, _)) и person(ivanov, "1", adress(moscow, lenina, 34, 12)).  ivanov != petrov	Откат, переход к следующему предложению
3	Сравниваются : person(ivanov, PHONE, adress( moscow, STREET, _, _)) и person(ivanov, "154511", adress(moscow, kirova, 34, 32)).  Унификация успешна. Подстановка {PHONE="154511", STREET=kirova}	Прямой ход
4	Сравнение терма depositor(ivanov, BANK, _, _ ) с каждым термом из набора: person(ivanov, "1", adress(moscow, lenina, 34, 12)). person(ivanov, "154511", adress(moscow, kirova, 34, 32)). car(ivanov, volvo, 1223122, red). car(ivanov, lada, 3212112, blue). car(ivanov, lada, 232121222, blue). При каждом сравнении унификация не успешна.	После каждого сравнения происходит откат, затем переход к анализу следующего предложения.
5	Сравниваются: depositor(ivanov, BANK, _, _ ) и depositor(ivanov,sberbank,1000, 12123213).  ivanov !=petrov	Откат, переход к следующему предложению
6.	Сравниваются: depositor(ivanov, BANK, _, _ ) и depositor(ivanov,alfa,20000, 111111111).  Унификация успешна Подстановка {BANK=alfa}	Найден ответ. Выводится STREET=kirova, BANK=alfa, PHONE= "154511" Переход к следующему предложению
7	Сравнение терма depositor(ivanov, BANK, _, _ ) с каждым термом из набора: carbyphone(PHONE,LASTNAME,MODEL,PRICE) modelbyphone(PHONE, MODEL) bynameandcity(LASTNAME, CITY, STREET, BANK, PHONE)	После каждого сравнения происходит откат, затем переход к анализу следующего

	При каждом сравнении унификация не успешна.	предложения. Все предложения проанализированы, возврат к шагу 6.
8	<p>Сравнение термина person(ivanov, PHONE, address( moscow, STREET, __, __)) с каждым термом из набора:</p> <p>car(petrov, volvo, 1223122, red).  car(ivanov, lada, 3212112, blue).  car(petrov, lada, 232121222, blue).</p> <p>depositor(petrov,sberbank,1000, 12123213).  depositor(ivanov,alfa,20000, 111111111).  carbyphone(PHONE,LASTNAME,MODEL,PRICE)  modelbyphone(PHONE, MODEL)  bynameandcity(LASTNAME, CITY, STREET, BANK, PHONE)</p> <p>При каждом сравнении унификация не успешна.</p>	После каждого сравнения происходит откат, затем переход к анализу следующего предложения. Все предложения проанализированы, возврат к шагу 1.
9	Предложений больше нет.	Ответ найден. Завершение работы.