



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана»
(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	Степанов А. О.
Группа	ИУ7-63Б
Оценка (баллы)	
Преподаватель	Толпинская Н.Б.

Москва, 2020 г.

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. По № телефона найти: Фамилию, Марку автомобиля, Стоимость автомобиля (может быть несколько),
2. Используя сформированное в пункте а) правило, по № телефона найти: только Марку автомобиля (автомобилей может быть несколько),
3. 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.

Листинг 1: Текст программы

```
1 domains
2     lastname , phonenumber = string .
3
4     city , street = string .
5     house , flat = integer .
6     address = address ( city , street , house , flat ) .
7
8     mark , color = string .
9     cost = integer .
10
11     bank , bankaccount = string .
12     sum = integer .
13
```

```

14 predicates
15     telephone(lastname , phonenumber , address ).
16     car(lastname , mark , color , cost , city ).
17     deposit(lastname , bank , bankaccount , sum , city ).
18
19     findWithPhone(phonenumber , lastname , mark , cost ).
20     findWithPhone(phonenumber , mark ).
21
22 clauses
23     telephone("Ivanov" , "123456" , address("Moscow" , "Pyshkinskaya" , 12 , 13)).
24     telephone("Ivanov" , "654321" , address(
25         "Saint-Petersburg" , "Sadovaya" , 10 , 127)).
26     telephone("Ivanov" , "222444" , address(
27         "Saint-Petersburg" , "Sadovaya" , 10 , 127)).
28     telephone("Petrov" , "554322" , address("Moscow" , "Baumanskaya" , 7 , 53)).
29     telephone("Petrov" , "223544" , address("Moscow" , "Baumanskaya" , 7 , 53)).
30
31     car("Ivanov" , "Mercedes" , "Black" , 3000000 , "Moscow").
32     car("Ivanov" , "Renault" , "Gray" , 1200000 , "Moscow").
33     car("Ivanov" , "Lamborghini" , "Yellow" , 6000000 , "Saint-Petersburg").
34     car("Petrov" , "Audi" , "Red" , 2000000 , "Moscow").
35     car("Petrov" , "Infiniti" , "Black" , 4000000 , "Moscow").
36
37     deposit("Ivanov" , "Tinkoff" , "111222333444" , 40000 , "Moscow").
38     deposit("Ivanov" , "Sberbank" , "444333222111" , 100000 , "Moscow").
39     deposit("Ivanov" , "Tinkoff" , "123456789000" , 150000 , "Saint-Petersburg").
40     deposit("Petrov" , "Alpha-bank" , "222333111444" , 10000 , "Moscow").
41     deposit("Petrov" , "Sberbank" , "123123321321" , 120000 , "Moscow").
42
43     findWithPhone(Number , Lastname , Mark , Cost) :-
44         telephone(Lastname , Number , address(City , _ , _ , _)) ,
45         car(Lastname , Mark , _ , Cost , City).
46
47     findWithPhone(Number , Mark) :- findWithPhone(Number , _ , Mark , _).
48
49 goal
50     findWithPhone("654321" , Lastname , Mark , Cost ).
51     %findWithPhone("123456 Mark).
52     %Lastname = "Ivanov
53     %City = "Saint-Petersburg
54     %telephone(Lastname , PhoneNumber , address(City , Street , _ , _)),
55     %deposit(Lastname , Bank , _ , _ , City).

```

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

Листинг 2: Первый тест

```
1 findWithPhone("654321" \ , Lastname , Mark , Cost).
```

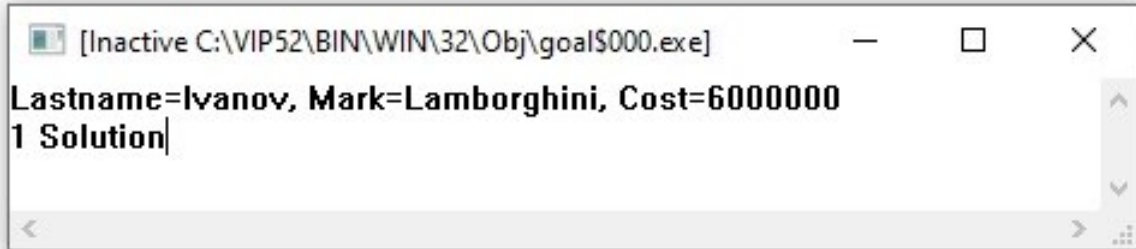


Рис. 1: Фамилия и марки автомобилей со стоимостью владельца номера 654321

Листинг 3: Второй тест

```
1 findWithPhone("123456" ,Mark).
```

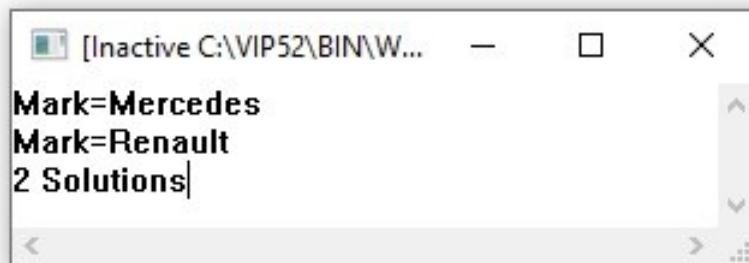


Рис. 2: Марки автомобилей владельца телефона 123456

Листинг 4: Третий тест

```
1 City = "Saint-Petersburg" ,  
2 telephone("Ivanov", PhoneNumber, address(City , Street , _ , _)),  
3 deposit("Ivanov", Bank, _ , _ , City).
```

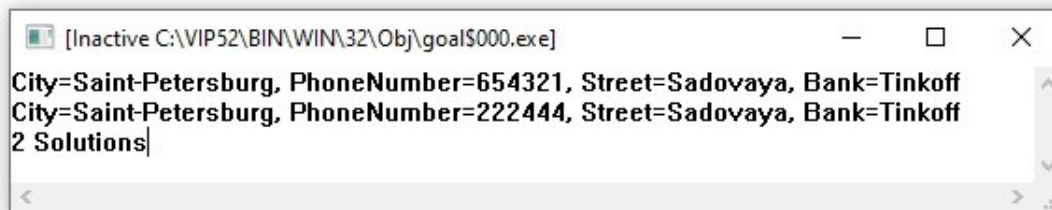


Рис. 3: Номер телефона, улица и банки, в которых вклады у Иванова из Санкт-Петербурга

ПОРЯДОК ПОИСКА ОТВЕТА

Таблица 1: findWithPhone("654321", Lastname, Mark, Cost).

№ ша-га	Сравниваемые термы: результат; подстановка, если есть	Дальнейшие действия: прямой ход или откат
1	Подстановка: Number = "654321" , Lastname = Lastname, Mark = Mark, Cost = Cost findWithPhone("654321" , Lastname, Mark, Cost). findWithPhone(Number, Lastname, Mark, Cost).	Прямой ход
2	Сравнение: "654321" и "123456" telephone(_ , "654321", _) telephone("Ivanov", "123456" , address(...))	Прямой ход
3	Сравнение: "654321" и "654321" telephone(_ , "654321", _) telephone("Ivanov" , "654321", address(...))	Прямой ход
4	Подстановка: Lastname = "Ivanov", City = "SP"	Прямой ход
5	Сравнение: "Ivanov" и "Ivanov", "SP" и "Moscow" car(Lastname, _ , _ , _ , City) car("Ivanov", "Mercedes", "Black", 3000000, "Moscow")	Прямой ход
6	Сравнение: "Ivanov" и "Ivanov", "SP" и "Moscow" car(Lastname, _ , _ , _ , City)	Прямой ход

	car("Ivanov", "Renault", "Gray", 1200000, "Moscow")	
7	Сравнение: "Ivanov" и "Ivanov", "SP" и "SP" car(Lastname, _, _, City) car("Ivanov", "Lamborghini", "Yellow", 6000000, "SP")	Прямой ход
8	Подстановка: Mark = "Lamborghini", Cost = 6000000	Прямой ход
9	Результат Lastname = "Ivanov", Mark = "Lamborghini", Cost = 6000000	Откат
10	Сравнение: "Ivanov" и "Petrov", "SP" и "Moscow" car(Lastname, _, _, City) car("Petrov", "Audi", "Red", 2000000, "Moscow")	Прямой ход
11	Сравнение: "Ivanov" и "Petrov", "SP" и "Moscow" car(Lastname, _, _, City) car("Petrov", "Infiniti", "Black", 4000000, "Moscow")	Откат
12	Сравнение: "654321" и "222444" telephone(_, "654321", _) telephone("Ivanov", "222444", address(...))	Прямой ход
13	Сравнение: "654321" и "554322" telephone(_, "654321", _) telephone("Petrov", "554322", address(...))	Прямой ход
14	Сравнение: "654321" и "223544" telephone(_, "654321", _) telephone("Petrov", "223544", address(...))	Откат

Таблица 2: findWithPhone("123456", Mark)

№ ша- га	Сравниваемые термы: результат; подстановка, если есть	Дальнейшие действия: прямой ход или откат
1	Подстановка: Number = "123456", Mark = Mark findWithPhone("123456", Mark) findWithPhone(Number, Mark)	Прямой ход
2	Подстановка: Number = Number, Mark = Mark findWithPhone(Number, Mark)	Прямой ход

	findWithPhone(Number, _, Mark, _)	
3	Подстановка: Number = Number, Mark = Mark findWithPhone(Number, _, Mark, _) findWithPhone(Number, Lastname, Mark, Cost)	Прямой ход
4	Сравнение: "123456" и "123456" telephone(Lastname, Number, address(City, _, _, _)) telephone("Ivanov" , "123456" , address(...))	Прямой ход
5	Подстановка Lastname = "Ivanov" , City = "Moscow" telephone(Lastname, Number, address(City, _, _, _)) telephone("Ivanov" , "123456" , address(...))	Прямой ход
6	Сравнение: "Ivanov" и "Ivanov "Moscow" и "Moscow" car(Lastname, Mark, _, _, City) car("Ivanov" , "Mercedes" , "Black" ,3000000, "Moscow")	Прямой ход
7	Результат Mark = "Mercedes"	Откат
8	Сравнение: "Ivanov" и "Ivanov "Moscow" и "Moscow" car(Lastname, Mark, _, _, City) car("Ivanov" , "Renault" , "Gray" ,1200000, "Moscow")	Прямой ход
9	Результат Mark = "Renault"	Откат
10	Сравнение: "Ivanov" и "Ivanov "Moscow" и "SP" car(Lastname, Mark, _, _, City) car("Ivanov" , "Lamborghini" , "Yellow" ,6000000, "SP")	Прямой ход
11	Сравнение: "Ivanov" и "Petrov "Moscow" и "Moscow" car(Lastname, Mark, _, _, City) car("Petrov" , "Audi" , "Red" ,2000000, "Moscow")	Прямой ход
12	Сравнение: "Ivanov" и "Petrov "Moscow" и "Moscow" car(Lastname, Mark, _, _, City)	Откат

	car("Petrov" , "Infiniti" , "Black" ,4000000, "Moscow")	
13	Сравнение: "123456" и "654321" telephone(Lastname, Number, address(City, _, _, _)) telephone("Ivanov" , "654321" , address(...))	Прямой ход
14	Сравнение: "123456" и "222444" telephone(Lastname, Number, address(City, _, _, _)) telephone("Ivanov" , "222444" , address(...))	Прямой ход
15	Сравнение: "123456" и "554322" telephone(Lastname, Number, address(City, _, _, _)) telephone("Petrov" , "554322" , address(...))	Прямой ход
16	Сравнение: "123456" и "223544" telephone(Lastname, Number, address(City, _, _, _)) telephone("Petrov" , "223544" , address(...))	Откат

Таблица 3: Lastname = “Ivanov”,
City = “Saint-Petersburg”,
telephone(Lastname, PhoneNumber, address(City,
Street, _, _)),
deposit(Lastname, Bank, _, _, City).

№ ша- га	Сравниваемые термы: результат; подста- новка, если есть	Дальнейшие действия: прямой ход или от- кат
1	Подстановка: Lastname = “Ivanov”	Прямой ход
2	Подстановка: City = “SP”	Прямой ход
3	Сравнение: “Ivanov” и “Ivanov”, “SP” и “Moscow” telephone(Lastname , _ , address(City, _, _, _)) telephone(“Petrov”, “123456”, address(“Moscow”, “Pyshkinskaya”, 12, 13))	Прямой ход
4	Сравнение: “Ivanov” и “Ivanov”, “SP” и “SP” telephone(Lastname , _ , address(City, _, _, _)) telephone(“Ivanov”, “654321”, address(“SP”, “Sadovaya”, 10, 127))	Прямой ход

5	Подстановка: PhoneNumber = "654321", Street = "Sadovaya"	Прямой ход
6	Сравнение: "Ivanov" и "Ivanov", "SP" и "Moscow" deposit(Lastname, _, _, City) deposit("Ivanov", "Tinkoff", "111222333444", 40000, "Moscow")	Прямой ход
7	Сравнение: "Ivanov" и "Ivanov", "SP" и "Moscow" deposit(Lastname, _, _, City) deposit("Ivanov", "Sberbank", "444333222111", 100000, "Moscow")	Прямой ход
8	Сравнение: "Ivanov" и "Ivanov", "SP" и "SP" deposit(Lastname, _, _, City) deposit("Ivanov", "Tinkoff", "123456789000", 150000, "SP")	Прямой ход
9	Результат PhoneNumber = "654321", City = "SP", Street = "Sadovaya", Bank = "Tinkoff"	Откат
10	Сравнение: "Ivanov" и "Petrov", "SP" и "Moscow" deposit(Lastname, _, _, City) deposit("Petrov", "Alpha-bank", "222333111444", 100000, "Moscow")	Прямой ход
11	Сравнение: "Ivanov" и "Petrov", "SP" и "Moscow" deposit(Lastname, _, _, City) deposit("Petrov", "Sberbank", "123123321321", 120000, "Moscow")	Откат
12	Сравнение: "Ivanov" и "Ivanov", "SP" и "SP" telephone(Lastname, _, address(City, _, _, _)) telephone("Ivanov", "222444", address("SP", "Sadovaya", 10, 127))	Прямой ход
13	Подстановка: PhoneNumber = "222444", Street = "Sadovaya"	Прямой ход
14	Сравнение: "Ivanov" и "Ivanov", "SP" и "Moscow" deposit(Lastname, _, _, City)	Прямой ход

	deposit("Ivanov", "Tinkoff", "111222333444", 40000, "Moscow")	
15	Сравнение: "Ivanov" и "Ivanov", "SP" и "Moscow" deposit(Lastname, _, _, City) deposit("Ivanov", "Sberbank", "444333222111", 100000, "Moscow")	Прямой ход
16	Сравнение: "Ivanov" и "Ivanov", "SP" и "SP" deposit(Lastname, _, _, City) deposit("Ivanov", "Tinkoff", "123456789000", 150000, "SP")	Прямой ход
17	Результат PhoneNumber = "222444", City = "SP", Street = "Sadovaya", Bank = "Tinkoff"	Откат
18	Сравнение: "Ivanov" и "Petrov", "SP" и "Moscow" deposit(Lastname, _, _, City) deposit("Petrov", "Alpha-bank", "222333111444", 100000, "Moscow")	Прямой ход
19	Сравнение: "Ivanov" и "Petrov", "SP" и "Moscow" deposit(Lastname, _, _, City) deposit("Petrov", "Sberbank", "123123321321", 120000, "Moscow")	Откат
20	Сравнение: "Ivanov" и "Petrov", "SP" и "Moscow" telephone(Lastname, _, address(City, _, _, _)) telephone("Petrov", "554322", address("Moscow", "Baumanskaya", 7, 53))	Прямой ход
21	Сравнение: "Ivanov" и "Petrov", "SP" и "Moscow" telephone(Lastname, _, address(City, _, _, _)) telephone("Petrov", "223544", address("Moscow", "Baumanskaya", 7, 53))	Откат

ВОПРОСЫ

1. Что такое терм?

(a) Константа

- Число (целое, вещественное)
- Символьный атом (комбинация символов латинского алфавита , цифр и нижнего подчеркивания, начинается со строчной буквы, используется для обозначения объекта или отношения)
- Строка (последовательность символов, заключенная в кавычках)

(b) Переменная

- Именованная (комбинация символов латинского алфавита , цифр и нижнего подчеркивания, начинается с прописной буквы или символа подчеркивания)
- Неименованная (обозначается символом подчеркивания)

(c) Составной терм (имеет вид $f(t_1, t_2, \dots, t_m)$)

2. Что такое предикат в матлогике(математике)?

Это функция с множеством значений $\{0; 1\}$ ($\{\text{ложь; истина}\}$), определенное на множестве $M = M_1 \times M_2 \times \dots \times M_n$ так, что каждый набор M определен как истинный или ложный.

3. Что описывает предикат в Prolog?

Предикат описывает какое-либо отношение.

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)?

- **Факты** — знания о том, что между аргументами существует отношение

$$f(t_1, t_2, \dots, t_n)$$

Листинг 5: Пример факта (Основное предложение)

```
1 telephone("Ivanov", "123456",  
2           address("Moscow", "Pyshkinskaya", 12, 13)  
3 ).
```

Смысл – человек с фамилией Ivanov и номером 123456 проживает по адресу: город Moscow, улица Pyshkinskaya, дом 12, квартира 13.

— **Правила**

$$A : -B_1, \dots, B_n.$$

A – заголовок правила, B_1, \dots, B_n – тело правила

Листинг 6: Пример правила (Неосновное предложение)

```
1 findWithPhone(Number, Lastname, Mark, Cost) :-  
2     telephone(Lastname, Number, address(City, _, _, _)),  
3     car(Lastname, Mark, _, Cost, City).
```

Смысл – Найти по номеру телефона фамилию, марку автомобиля и стоимость автомобиля с помощью отношения телефонной книги и владения автомобилем.

— **Вопросы**

$$f(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

Листинг 7: Пример вопроса (Несновное предложение)

```
1 findWithPhone("123456", Mark).
```

Смысл – найти марку автомобилей, которая принадлежат человеку, с номером 123456.

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?

- Именованная – обозначается комбинацией символов латинского алфавита, цифр и символа подчеркивания, начинающейся с прописной буквы или символа подчеркивания (X , $Student$, $_X$)
- Анонимная – обозначается символом подчеркивания ($_$)

Переменные в момент фиксации утверждений в программе, обозначая некоторый неизвестный объект из некоторого множества объектов, не имеют значения. Значения для переменных могут быть установлены Prolog-системой только в процессе поиска ответа на вопрос, то есть реализации программы.

Переменные предназначены для передачи значений «во времени и пространстве». Переменные в факты и правила входят только с квантором всеобщности. А в вопросы переменные входят только с квантором существования.

В процессе выполнения программы переменные могут связываться с различными объектами – **конкретизироваться**. Это относится только к именованным переменным. Анонимные переменные не могут быть связаны со значением.

В более общей – абстрактной форме сформулировано предложение содержащее переменные.

6. Что такое подстановка?

Пусть дан терм $A(X_1, X_2, \dots, X_n)$. **Подстановкой** называется множество пар, вида $\{X_i = t_i\}$, где X_i – переменная, а t_i – терм. Пусть $\Theta = \{X_1 = t_1, X_2 = t_2, \dots, X_n = t_n\}$ – подстановка, тогда результат применения подстановки к терму обозначается $A\Theta$. Применение подстановки заключается в замене каждого вхождения переменной X_i на соответствующий терм.

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

Терм B называется **примером** терма A , если существует такая подстановка Θ , что $B = A\Theta$. Пример терма строится во время поиска решений при подстановке. Для построения примеров, система связывает переменные с конкретными термами, все примеры для текущего вопроса хранятся в стеке.