



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 № 3**

**По дисциплине «Функциональное и логическое программирование»**

**Студент: Тимонин А. С.**

**Группа ИУ7-626**

**Преподаватель Толпинская Н. Б.**

Москва.  
2020 г.

## Практическая часть

### 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). б) 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.

Вопросы:

1. Что такое терм?
2. Что такое предикат в матлогике (математике)?
3. Что описывает предикат в Prolog?
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)?

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

## Порядок выполнения программы

```

clauses
    phone_notice("Timonin", "434451374707", adres("neMoscow", "Central", 4, 37)).
    phone_notice("Ibragimov", "7090898286725", adres("Vologda", "Vostochnaya", 5,
11)).
    phone_notice("Timonin", "7090898286725", adres("Moscow", "Sovetskaya", 2, 37)).

    car("Timonin", "Moscow", "BMW", "white", 1000).

    forphone(Lastname, Brand, Price) :-
        phone_notice(Lastname, _, adres(City, _, _, _)),
        car(Lastname, City, Brand, _, Price).

goal
    forphone("Timonin", Brand, Price).

% Output
Lastname = Timonin, Brand=BMW, Price=1000
1 Solution

```

Номер шага	Сравниваемые термы	Дальнейшие действия
0	Подстановка: Lastname = «Timonin», Brand = Brand, Price = Price forphone(«Timonin», Brand, Price)	Прямой ход
1	Сравнение «Timonin» и «Timonin» phone_notice("Timonin", "434451374707", adres("neMoscow", "Central", 4, 37) )	Прямой ход
2	Сравнение «Timonin» и «Timonin», «neMoscow» и «Moscow»	Прямой ход
3	Сравнение «Timonin» и «Ibragimov»	Прямой ход
4	Сравнение «Timonin» и «Timonin» phone_notice("Timonin", "7090898286725", adres("Moscow", "Sovetskaya", 2, 37))	Прямой ход
5	Сравнение «Timonin» и «Timonin», «Moscow» и «Moscow» car("Timonin", "Moscow", "BMW", "white", 1000).	Прямой ход
6	<b>Результат</b> Lastname = «Timonin», Brand = «BMW», Price = 1000	Откат

```

clauses
    phone_notice("Timonin", "7090898286725", address("Moscow", "Sovetskaya", 2, 37)).
    phone_notice("Timonin", "434451374707", address("neMoscow", "Central", 4, 37)).
    phone_notice("Ibragimov", "7090898286725", address("Vologda", "Vostochnaya", 5,
11)).

    car("Oblonin", "Volgograd", "Audi", "Red", 1200).
    car("Ibragimov", "Russia", "RTX", "Tint", 999).
    car("Timonin", "Moscow", "BMW", "white", 1000).

    forphone(Lastname, Brand, Price) :-
        phone_notice(Lastname, _, address(City, _, _, _)),
        car(Lastname, City, Brand, _, Price).

    onlybrand(Brand) :- forphone(_, Brand, _).

goal
    onlybrand(«BMW»).

```

% *Output*  
 Brand=BMW  
 1 Solution

Номер шага	Сравниваемые термы	Дальнейшие действия
0	Подстановка в onlybrand: Brand = «BMW» onlybrand(Brand) onlybrand(«BMW»)	Прямой ход
1	Подстановка в forphone: Lastname = Lastname, Brand = «BMW», Price = Price forphone(Lastname, Brand, Price) forphone(Lastname, «BMW», Price)	Прямой ход
2	Сравнение «Timonin» и «Timonin», «Moscow» и «Moscow» Подстановка phone_notice("Timonin", «7090898286725", address("Moscow", "Sovetskaya", 2, 37))	Прямой ход
3	Сравнение «Timonin» и «Oblonin», «Moscow» и «Volgograd» car("Oblonin", "Volgograd", "Audi", "Red", 1200)	Прямой ход
4	Сравнение «Timonin» и «Ibragimov», «Moscow» и «Russia» car("Ibragimov", "Russia", "RTX", "Tint", 999)	Прямой ход
5	Сравнение «Timonin» и «Timonin», «Moscow» и «Moscow» car("Timonin", "Moscow", "BMW", "white", 1000) Подстановка forphone(«Timonin», «BMW», 1000)	Прямой ход
6	<b>Результат</b> <b>Brand = BMW</b>	Откат

7	Сравнение «Timonin» и «Timonin», «neMoscow» и «neMoscow» Подстановка phone_notice("Timonin", "434451374707", adres("neMoscow", "Central", 4, 37))	Прямой ход
8	Сравнение «Timonin» и «Oblonin», «neMoscow» и «Volgograd» car("Oblonin", "Volgograd", "Audi", "Red", 1200)	Прямой ход
9	Сравнение «Timonin» и «Ibragimov», «neMoscow» и «Russia» car("Ibragimov", "Russia", "RTX", "Tint", 999)	Прямой ход
10	Сравнение «Timonin» и «Timonin», «neMoscow» и «Moscow» car("Timonin", "Moscow", "BMW", "white", 1000)	Откат
11	Сравнение «Ibragimov» и «Ibragimov», «Vologda» и «Vologda» Подстановка phone_notice("Ibragimov", "7090898286725", adres("Vologda", "Vostochnaya", 5, 11))	Прямой ход
12	Сравнение «Ibragimov» и «Oblonin», «Vologda» и «Volgograd» car("Oblonin", "Volgograd", "Audi", "Red", 1200)	Прямой ход
13	Сравнение «Ibragimov» и «Ibragimov», «Vologda» и «Russia» car("Ibragimov", "Russia", "RTX", "Tint", 999)	Прямой ход
14	Сравнение «Ibragimov» и «Oblonin», «Timonin» и «Moscow» car("Timonin", "Moscow", "BMW", "white", 1000)	Откат

#### clauses

```

phone_notice("Ibragimov", "7090898286725", adres("Vologda", "Vostochnaya", 5, 11)).
phone_notice("Timonin", "434451374707", adres("neMoscow", "Central", 4, 37)).
phone_notice("Sardyn", "88418172007714", adres("Orksk", "Zapandanya", 4, 33)).

bank_investors("Timonin", "Moscow", "VTB", 900, 1250).
bank_investors("Timonin", "neMoscow", "SBERBANK", 2000, 13500).
bank_investors("Sardyn", "Orksk", "SBERBANK", 71000, 101).

lookfor_streetbank(Street, Bank, Phone) :-
    phone_notice(Lastname, Phone, adres(City, Street, _, _)),
    bank_investors(Lastname, City, Bank, _, _).
```

#### goal

```
lookfor_streetbank(Street, «SBERBANK», Phone).
```

#### # Output

```

Street=Central, Bank=SBERBANK, Phone=434451374707
Street=Zapandanya, Bank=SBERBANK, Phone=88418172007714
2 Solutions
```

Номер шага	Сравниваемые термы	Дальнейшие действия
0	Подстановка: Street = Street, Bank = «SBERBANK», Phone = Phone lookfor_streetbank(Street, Bank, Phone) lookfor_streetbank(Street, «SBERBANK», Phone)	Прямой ход
1	Сравнение «Ibragimov» и «Ibragimov», 7090898286725 = 7090898286725, Vologda = Vologda, Vostochnaya = Vostochnaya Подстановка phone_notice("Ibragimov", "7090898286725", addres("Vologda", "Vostochnaya", 5, 11))	Прямой ход
2	Сравнение «Ibragimov» = «Timonin», «Vologda» = «Moscow», «VTB» = «VTB» bank_investors("Timonin", "Moscow", "VTB", 900, 1250)	Прямой ход
3	Сравнение «Ibragimov» = «Timonin», «Vologda» = «neMoscow», «SBERBANK» = «SBERBANK» bank_investors("Timonin", "neMoscow", "SBERBANK", 2000, 13500)	Прямой ход
4	Сравнение «Ibragimov» = «Sardyn», «Vologda» = «Orsk», «SBERBANK» = «SBERBANK» bank_investors("Sardyn", "Orsk", "SBERBANK", 71000, 101)	Прямой ход
5	Сравнение «Timonin» и «Timonin», 434451374707 = 434451374707, neMoscow = neMoscow, Central = Central Подстановка phone_notice("Timonin", "434451374707", addres("neMoscow", "Central", 4, 37))	Откат
6	Сравнение «Timonin» = «Timonin», « neMoscow» = «Moscow», «VTB» = «VTB» bank_investors("Timonin", "Moscow", "VTB", 900, 1250)	Прямой ход
7	Сравнение «Timonin» = «Timonin», « neMoscow» = «neMoscow», «SBERBANK» = «SBERBANK» bank_investors("Timonin", "neMoscow", "SBERBANK", 2000, 13500)	Прямой ход
8	<b>Результат</b> <b>Street = Central, Bank = «SBERBANK», Phone =</b> <b>434451374707</b>	Прямой ход
9	Сравнение «Timonin» = «Timonin», « neMoscow» = «Orsk», «SBERBANK» = «SBERBANK» bank_investors("Sardyn", "Orsk", "SBERBANK", 71000, 101)	Откат

10	Сравнение «Sardyn» и «Sardyn», 88418172007714 = 88418172007714, Orsksk = Orsksk, Zapandanya = Zapandanya Подстановка phone_notice("Sardyn", "88418172007714", addres("Orsksk", "Zapandanya", 4, 33))	Прямой ход
11	Сравнение «Sardyn» = «Timonin», « Orsksk» = «Moscow», «VTB» = «VTB» bank_investors("Timonin", "Moscow", "VTB", 900, 1250)	Прямой ход
12	Сравнение «Sardyn» = «Timonin», « Orsksk» = «neMoscow», «SBERBANK» = «SBERBANK» bank_investors("Timonin", "neMoscow", "SBERBANK", 2000, 13500)	Прямой ход
13	Сравнение «Sardyn» = «Sardyn», « Orsksk» = «Orsksk», «SBERBANK» = «SBERBANK» bank_investors("Sardyn", "Orsksk", "SBERBANK", 71000, 101)	Прямой ход
14	<b>Результат</b> <b>Street = Zapandanya, Bank = «SBERBANK», Phone = 88418172007714</b>	Откат

# Теоритическая часть

**Терм - это:**

## 1. Константа

- Число (целое, вещественное),
- Символьный атом (комбинация символов латинского алфавита, цифр и символа подчеркивания, начинающаяся со строчной буквы:  $aA$ ,  $ab_2$ ), используется для обозначения конкретного объекта предметной области или для обозначения конкретного отношения,
- Строка: последовательность символов, заключенных в кавычки

## 2. Переменная

- Именованная — обозначается комбинацией символов латинского алфавита, цифр и символа подчеркивания, начинающейся с прописной буквы или символа подчеркивания ( $X$ ,  $A21$ ,  $_X$ )
- Анонимная - обозначается символом подчеркивания ( $_$ )

## 3. Составной терм

- Это средство организации группы отдельных элементов знаний в единый объект, синтаксически представляется:  $f(t_1, t_2, \dots, t_m)$ , где  $f$  - функтор (функциональный символ),  $t_1, t_2, \dots, t_m$  - термы, в том числе и составные (их называют аргументами), (например: likes(judy, tennis) - знание о том, что judy любит tennis\_ или еще, например: book( author(tolstoy, liev ), war\_and\_peace) и т.д. ). Аргументом или параметром составного терма может быть константа, переменная или составной объект. Число аргументов предиката называется его **арностью** или **местностью**. Составные термы с одинаковыми функторами, но разной арности, обозначают разные отношения.

## Предикат в матлогике

В матлогике предикат является частью формулы. Математическое определение такое: предикат - утверждение, которое содержит переменные,



принимающие значение или (истинно или ложно) в зависимости от значений переменных.

### Что описывает предикат в Prolog?

**Предикаты** — это утверждения программы. Фактически, структура предиката – это структура знания, отраженного в заголовке правил, входящих в процедуру (правил может быть несколько в одной процедуре). Для описания логики и структуры знания используются домены. Домен на формальном уровне обозначает природу (смысл) объекта, участвующего в формулировании знания. Порядок перечисления объектов, участвующих в формулировании знания, с логической точки зрения не важен, но будучи один раз установлен, он становится фиксированным (зафиксирована природа соответствующего аргумента). Структура предиката описывается в разделе: PREDICATES

Процедурой называется совокупность правил, заголовки которых имеют одно и то же имя и одну и ту же арность (местность), т.е. это совокупность правил, описывающих одно определенное отношение. Отношение, определяемое процедурой, называется **предикатом**.

### Виды предложений, примеры таких предложений. Основные предложения, не основные. Синтаксис и семантика таких предложений

Основные предложения

**Факты** – знания о том, что между аргументами существует отношение

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

% Пример факта

```
phone_notice("Timonin", "7090898286725", address("Moscow",  
"Sovetskaya", 2, 37)).
```

Человек с фамилией Тимонин имеет номер телефона 7090898286725 и живет по адресу Moscow, Sovetskaya, 2, 37

### Правило

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

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

*% Пример правила*

$p(X) :- r(X).$  значит: предикат  $p(X)$  будет успешен, если успешен предикат  $r(X)$

Не основные предложения

## Вопросы

Пример вопроса

`forphone(Lastname, Brand, Price).`

`forphone` - ищет фамилию, марку машины, и цену машины по номеру телефона человека

**Назначение, виды, особенности использования переменных в программе на Prolog. Предложение БЗ сформулированное в 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`, `lastname`, `_lastname`)

**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, т.е. реализации программы.

Переменные предназначены для передачи значений «во времени и в 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.

### **Подстановка**

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.

**Пример терм. Как он строится. Предположение, на счет того, что система строит и хранит примеры.**

Терм **В** называется **примером** терма **А**, если существует такая подстановка  $\Theta$ , что  $B=A\Theta$ . Терм **С** называется **общим примером** термов **А** и **В**, если существуют такие подстановки  $\Theta_1$  и  $\Theta_2$ , что  $C = A \Theta_1$  и  $C=B \Theta_2$

Система связывает переменные с конкретными термами, в примеры текущего вопроса хранятся в стеке.

## Выполнение задания

### Листинг 1. Реализация задания 1 и 2

```
domains
    lastname, phone, city, street = symbol.
    house, flat, price = integer.
    brand, color = symbol.domains
    lastname, phone, city, street = symbol.
    house, flat, price = integer.
    brand, color = symbol.
    bank = symbol.
    account, amount = integer.
    address = address(city, street, house, flat).

predicates
    nondeterm phone_notice(lastname, phone, address).
    nondeterm car(lastname, city, brand, color, price).
    nondeterm bank_investors(lastname, city, bank, account, amount).

    nondeterm forphone(lastname, brand, price).
    nondeterm onlybrand(brand).
    nondeterm lookfor_streetbank(street, bank, phone).

clauses
    phone_notice("Timonin", "7090898286725", address("Moscow",
    "Sovetskaya", 2, 37)).
    phone_notice("Timonin", "434451374707", address("neMoscow",
    "Central", 4, 37)).
    phone_notice("Ibragimov", "88887860627", address("Vologda",
    "Vostochnaya", 5, 11)).
    phone_notice("Sardyn", "88418172007714", address("Orsk",
    "Zapandanya", 4, 33)).
    phone_notice("Savelko", "0180596669", address("Archangelsk",
    "Central", 7, 64)).
    phone_notice("Foreman", "510435028126", address("Orenburg",
    "Krygovaya", 4, 37)).
    phone_notice("Checkiki", "4104222849519", address("Archangelsk",
    "Vostochnaya", 4, 23)).
    phone_notice("Lapriyal", "66013578651255", address("Vologda",
    "Svetskaya", 2, 90)).
    phone_notice("Koverap", "5782027078", address("Dnepr",
    "Krygovaya", 4, 73)).
    phone_notice("Kolopyn", "5562794360972", address("Pripyat",
    "Zone", 1, 61)).
    phone_notice("Nebrogov", "79875467322", address("Rytia",
    "Mainernce", 1, 22)).

    bank_investors("Timonin", "Moscow", "VTB", 900, 1250).
    bank_investors("Timonin", "neMoscow", "SBERBANK", 2000, 13500).
    bank_investors("Koverap", "Dnepr", "TINKOFF", 2000, 3700).
    bank_investors("Koverap", "neDnepr", "SBERBANK", 2100, 3600).
    bank_investors("Foreman", "Orenburg", "SBERBANK", 1000, 1300).
    bank_investors("Sardyn", "Orsk", "TINKOFF", 71000, 101).
    bank_investors("Kolopyn", "Pripyat", "VTB", 1000, 12).
```

```

bank_investors("Lapriyal", "Vologda", "SBERBANK", 11000, 111).
bank_investors("Joker", "Acrham", "TINKOFF", 100, 130).
bank_investors("Lapriyal", "Vologda", "TINKOFF", 134000,
6000000).
bank_investors("Ibragimov", "Vologda", "VTB", 10, 250).

car("Timonin", "Moscow", "BMW", "white", 1000).
car("Timonin", "Moscow", "ESKALATE", "black", 1000).
car("Foreman", "Orenburg", "VELOSIPED", "yellow", 1000).
car("Orevsji", "Kikalami", "KKL", "orange", 1000).
car("Ibragimov", "Vologda", "Ferrari", "lightgray", 1000).
car("Orevsji", "Overslami", "VELOSIPED", "èèùöò", 1000).
car("Joker", "Acrham", "Lamborghini", "purple", 1000).
car("Orevsji", "Kikalami", "KKL", "white", 1000).
car("Nebrogov", "World", "BMW", "black", 178000).
car("Nebrogov", "World", "Ferrari", "red", 210000).

forphone(Lastname, Brand, Price) :-
    phone_notice(Lastname, _, _),
    car(Lastname, _, Brand, _, Price).

onlybrand(Brand) :- forphone(_, Brand, _).

lookfor_streetbank(Street, Bank, Phone) :-
    phone_notice(Lastname, Phone, addres(City, Street, _,
_)),
    bank_investors(Lastname, City, Bank, _, _).
goal

```

Задание 1

```

forphone(Lastname, Brand, Price).
onlybrand(Brand).

```

Задание 2

```

lookfor_streetbank(Street, Bank, Phone).

```