



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» \_\_\_\_\_

## ОТЧЕТ

*к лабораторной работе №11-13*

*По курсу: «Функциональное и логическое  
программирование»*

**Тема: «Среда Visual Prolog5.2, Структура  
программы на Prolog, Работа программы на  
Prolog»**

Студент: Якуба Д.В.

Группа: ИУ7-63Б

Преподаватели: Толпинская Н. Б.,

Строганов Ю. В.

Москва, 2021 г.

## Практическая часть

### Лабораторная работа 11.

Задание. Запустить среду Visual Prolog5.2. Настроить утилиту TestGoal. Запустить тестовую программу, проанализировать реакцию системы и множество ответов. Разработать свою программу – «Телефонный справочник». Протестировать работы программы.

```
predicates
    usesNumber(string, string).

clauses
    usesNumber("Pavel Perestoronin", "+79132249931").
    usesNumber("Ukunsun Vladimirovich", "+79996663322").
    usesNumber("No Name", "Unknown").
    usesNumber("Giopika Vladislavovich", "+71581588").
    usesNumber("Somebody once told him", "Unknown").
    usesNumber("Alis Sukocheva", Number) :-
    usesNumber("Pavel Perestoronin", Number).

goal
    usesNumber("Alis Sukocheva", Number); % Number=+79132249931
    usesNumber("Giopika Vladislavovich", Number); % Number=+71581588
    usesNumber(LastName, "+79996663322"); % LastName=Ukunsun Vladimirovich
    usesNumber(LastName, "+79132249931");
    % LastName=Pavel Perestoronin
    % LastName=Alis Sukocheva
    usesNumber(LastName, "777"); % No solution
    usesNumber("Giopika 000", _) % No
    .
```

### Лабораторная работа 12.

Задание. Составить программу – базу знаний, с помощью которой можно определить, например, множество студентов, обучающихся в одном ВУЗе. Студент может одновременно обучаться в нескольких ВУЗах. Привести примеры возможных вариантов вопросов и варианты ответов (не менее 3-х)ю Описать порядок формирования вариантов ответа.

Исходную базу знаний сформировать с помощью только фактов.

\*Исходную базу знаний сформировать, используя правила.

\*Разработать свою базу знаний (содержание произвольно).

```
domains
    identificador = integer.
    firstName, lastName, university = string.
```

```

predicates
    refersToName(identifier, firstName, lastName).
    studyIn(identifier, university).
    fromUniversity(university, identifier, firstName, lastName).

clauses
    refersToName(1, "Sergey", "Kononenko").
    refersToName(2, "Pavel", "Perestoronin").
    refersToName(3, "Alexey", "Rabinovich").
    refersToName(4, "Magerram", "Zeynalov").
    refersToName(5, "Dmitry", "Yakuba").
    refersToName(6, "Pavel", "Nahimov").

    studyIn(1, "BMSTU").
    studyIn(2, "BMSTU").
    studyIn(3, "BMSTU").
    studyIn(4, "MIREA").
    studyIn(5, "BMSTU").
    studyIn(2, "MSU").
    studyIn(4, "MIT").
    studyIn(2, "MIT").
    studyIn(6, "ITMO").
    % studyIn(6, University) :- studyIn(2, University), studyIn(4, University).

    fromUniversity(University, Identifier, FirstName, LastName) :- studyIn(Identifier, University),
                                                                    refersToName(Identifier, FirstName, LastName).

goal
    % Get students' names
    refersToName(1, FirstName, LastName); % FirstName=Sergey, LastName=Kononenko
    refersToName(3, FirstName, LastName); % FirstName=Alexey, LastName=Rabinovich
    refersToName(777, FirstName, LastName); % No solution

    % Get students' identifiers
    refersToName(Id, "Pavel", LastName); % Id=2, LastName=Perestoronin; Id=6, LastName=Nahimov
    refersToName(Id, "Magerram", "Zeynalov"); % Id = 4
    refersToName(Id, "Unknown", "Unknown"); % No solution

    % Get students from universities
    studyIn(Id, "BMSTU"); % Id=1 Id=2 Id=3 Id=5
    studyIn(4, University); % University=MIREA University=MIT
    studyIn(Id, "MSU"); % Id=2

    % Get students from university by rule
    fromUniversity("BMSTU", Id, FName, LName);
    % Id=1, FName=Sergey, LName=Kononenko
    % Id=2, FName=Pavel, LName=Perestoronin
    % Id=3, FName=Alexey, LName=Rabinovich
    % Id=5, FName=Dmitry, LName=Yakuba
    fromUniversity("MSU", Id, FName, LName);
    % Id=2, FName=Pavel, LName=Perestoronin
    fromUniversity("MIT", Id, FName, LName);

```

```

% Id=4, FName=Magerram, LName=Zeynalov
% Id=2, FName=Pavel, LName=Perestoronin

% Get universities of student by rule
fromUniversity(University, 3, FName, LName); % University=BMSTU, FName=Alex
ey, LName=Rabinovich
fromUniversity(University, Id, "Pavel", LName);
    % University=BMSTU, Id=2, LName=Perestoronin
% University=MSU, Id=2, LName=Perestoronin
% University=MIT, Id=2, LName=Perestoronin
% University=ITMO, Id=6, LName=Nahimov
fromUniversity(University, Id, "Magerram", "Zeynalov")
% Id=4, FName=Magerram, LName=Zeynalov
% Id=2, FName=Pavel, LName=Perestoronin
.

```

Порядок формирования вариантов ответа для  
`refersToName(1, FirstName, LastName)` (нахождение имени студента по его  
идентификатору):

Система в базе знаний ищет значения `FirstName` и `LastName`, при котором  
можно будет утвердительно ответить на вопрос «в составном терме  
`refersToName: identifier == 1?`».

Порядок формирования вариантов ответа для `studyIn(Id, "BMSTU")`  
(нахождение студентов, обучающихся в ВУЗе):

Система в базе знаний ищет значения `Id`, при котором можно будет  
утвердительно ответить на вопрос «в составном терме `studyIn: university ==`  
`"BMSTU"?`».

Порядок формирования вариантов ответа для `studyIn(4, University)`  
(нахождение ВУЗов, в которых обучается студент):

Система в базе знаний ищет значения `University`, при котором можно будет  
утвердительно ответить на вопрос «в составном терме `studyIn: identificatory ==`  
`4?`».

Порядок формирования вариантов ответа для  
`fromUniversity("BMSTU", Id, FName, LName)` (нахождение имени и фамилии  
студентов, обучающихся в ВУЗе):

Система в базе знаний ищет значения `Id`, `FirstName`, `LastName`, при которых  
можно будет утвердительно ответить на вопрос «в составном терме  
`refersToName: identifier == identifier` из составного термина `studyIn`, в  
котором `university == "BMSTU"?`».

## Лабораторная работа 13.

Задание. Составить программу, то есть 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.
  - A. По № телефона найти: Фамилию, Марку автомобиля, Стоимость автомобиля (может быть несколько),
  - B. Используя сформированное в пункте A. 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 одного из вариантов ответов, и для A. и для B., 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.

```
domains
  % Phonebook
  lastName, telephoneNum = string.
  city, street, houseNum = string.
  flatNum = integer.
  address = address(city, street, houseNum, flatNum).

  % cars
  carBrand, carColor = string.
  carPrice = real.

  % bank's depositors
  bankName = string.
  depositId = integer.
  depositSum = real.

predicates
  hasPhone(lastName, telephoneNum, address).
  hasCar(lastName, carBrand, carColor, carPrice).
  hasDeposit(lastName, city, bankName, depositId, depositSum). % For second ex
x we have city

  hasCarByPhoneBook(telephoneNum, lastName, carBrand, carPrice).
  hasDepositByLastNameCity(lastName, city, street, bankName, telephoneNum).

clauses
  hasPhone("Perestoronin", "+79991112233", address("Moscow", "Golubinskaya",
"28/77", 333)).
```

```

hasPhone("Yakuba", "+79161586666", address("Whitechapel", "Bitsevsky Lesopark", "derevo 1", 1)).
hasPhone("Yakuba", "+66666666666", address("Whitechapel", "Diggs Road", "7", 666)).
hasPhone("Kovalev", "+79993332211", address("Moscow", "Lusinovskaya", "12/2", 12)).
hasPhone("Kovalev", "+37773892047", address("Moscow", "Paveletsky Proezd", "1", 326)).
hasPhone("Kovalev", "+11111111111", address("Nijnii Novgorod", "Not Lusinovskaya", "2/12", 88)).
hasPhone("Kovalev", "+22222222222", address("Nijnii Novgorod", "Not Paveletsky Proezd", "-1", 22)).

hasCar("Perestoronin", "Daewoo", "Silver", 500000).
hasCar("Yakuba", "Volkswagen", "Yellow-Silver", 900000).
hasCar("Kovalev", "Volvo", "Dark Blue", 2200000).
hasCar("Kovalev", "Mercedes", "Light crema", 3000000).
hasCar("Kovalev", "KIA", "Pink", 2200000).

hasDeposit("Perestoronin", "Moscow", "Switzerland Bank", 111111, 1000000).
hasDeposit("Perestoronin", "Moscow", "Bokmal Bank", 000001, 999999.23).
hasDeposit("Yakuba", "Whitechapel", "Sektor Gaza Bank", 666666, 300).
hasDeposit("Kovalev", "Moscow", "Sberbank", 123456, 123456789).
hasDeposit("Kovalev", "Nijnii Novgorod", "Not Sberbank", 654321, 987654321)
.

hasCarByPhoneBook(Telephone, LName, CarBrand, CarPrice) :- hasCar(LName, CarBrand, _, CarPrice),
                                                                    hasPhone(LName, Telephone, _).

hasDepositByLastNameCity(LastName, City, Street, Bank, Telephone) :- hasDeposit(LastName, City, Bank, _, _),
                                                                    hasPhone(LastName, Telephone, address(City, Street, _, _)).

goal
% get car by phone book
hasCarByPhoneBook("+79993332211", LName, CarBrand, CarPrice);
    % LName=Kovalev, CarBrand=Volvo, CarPrice=2200000
    % LName=Kovalev, CarBrand=Mercedes, CarPrice=3000000
    % LName=Kovalev, CarBrand=KIA, CarPrice=2200000
hasCarByPhoneBook("+66666666666", LName, CarBrand, CarPrice);
    % LName=Yakuba, CarBrand=Volkswagen, CarPrice=900000
hasCarByPhoneBook("+79161586666", LName, CarBrand, CarPrice);
    % LName=Yakuba, CarBrand=Volkswagen, CarPrice=900000
hasCarByPhoneBook("+79991112233", LName, CarBrand, CarPrice);
    % LName=Perestoronin, CarBrand=Daewoo, CarPrice=500000

% get only car brand using last one
hasCarByPhoneBook("+79993332211", _, CarBrand, _);
    % CarBrand=Volvo
    % CarBrand=Mercedes
    % CarBrand=KIA
hasCarByPhoneBook("+66666666666", _, CarBrand, _);
    % CarBrand=Volkswagen
hasCarByPhoneBook("+79161586666", _, CarBrand, _);

```

```

% CarBrand=Volkswagen
hasCarByPhoneBook("+79991112233", _, CarBrand, _);
% CarBrand=Daewoo

% get address, banks and telephone
hasDepositByLastNameCity("Kovalev", "Moscow", Street, Bank, Telephone);
% Street=Lusinovskaya, Bank=Sberbank, Telephone=+79993332211
% Street=Paveletsky Proezd, Bank=Sberbank, Telephone=+37773892047

hasDepositByLastNameCity("Kovalev", "Nijnii Novgorod", Street, Bank, Telephone);
% Street=Not Lusinovskaya, Bank=Not Sberbank, Telephone=+11111111111
% Street=Not Paveletsky Proezd, Bank=Not Sberbank, Telephone=+222222222
22

hasDepositByLastNameCity("Perestoronin", "Moscow", Street, Bank, Telephone)
;
% Street=Golubinskaya, Bank=Switzerland Bank, Telephone=+79991112233
% Street=Golubinskaya, Bank=Bokmal Bank, Telephone=+79991112233

hasDepositByLastNameCity("Yakuba", "Whitechapel", Street, Bank, Telephone)
% Street=Bitsevsky Lesopark, Bank=Sektor Gaza Bank, Telephone=+791615866
66
% Street=Diggs Road, Bank=Sektor Gaza Bank, Telephone=+666666666666
.

```

Словесное описание порядка поиска ответа на вопрос для задания 1.А.

hasCarByPhoneBook("+79993332211", LName, CarBrand, CarPrice)

№ шага	Сравниваемые термины; результат; подстановка, если есть	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (к чему приводит?)
1		Помещается в стек hasCarByPhoneBook("+79993332211", LName, CarBrand, CarPrice)
2	hasCarByPhoneBook(Telephone, LName, CarBrand, CarPrice) и hasCarByPhoneBook("+79993332211", LName, CarBrand, CarPrice) унифицируемы.  Связывается: Telephone = "+79993332211"	hasCarByPhoneBook("+79993332211", LName, CarBrand, CarPrice) вытесняется из стека.  Помещаются в стек: hasCar(LName, CarBrand, _, CarPrice), hasPhone(LName, Telephone, _).
3	hasPhone(LName, "+79993332211", _) и hasPhone("Perestoronin", "+79991112233", address("Moscow", "Golubinskaya", "28/77", 333)) не унифицируемы	hasPhone(LName, Telephone, _) вытесняется из стека.
4	hasPhone(LName, "+79993332211", _) и hasPhone("Yakuba", "+79161586666", address("Whitechapel", "Bitsevsky Lesopark", "derevo 1", 1)) не унифицируемы	

5	hasPhone(LName, "+79993332211", _) и hasPhone("Yakuba", "+666666666666", address("Whitechapel", "Diggs Road", "7", "666)) не унифицируемы	
5	hasPhone(LName, "+79993332211", _) и hasPhone("Kovalev", "+79993332211", address("Moscow", "Lusinovskaya", "12/2", "12)) унифицируемы. Связывается: LName = "Kovalev"	
6	hasCar("Kovalev", CarBrand, _, CarPrice) и hasCar("Perestoronin", "Daewoo", "Silver", 500000) не унифицируемы	hasCar(LName, CarBrand, _, CarPrice) вытесняется из стека.
7	hasCar("Kovalev", CarBrand, _, CarPrice) и hasCar("Yakuba", "Volkswagen", "Yellow-Silver", 900000) не унифицируемы	
8	hasCar("Kovalev", CarBrand, _, CarPrice) и hasCar("Kovalev", "Volvo", "Dark Blue", 2200000) унифицируемы. Связываются: CarBrand = "Volvo", CarPrice = 2200000.	Вывод: LName=Kovalev, CarBrand=Volvo, CarPrice=2200000  Стек пуст. Помещается последний вытесненный вопрос. Разрываются: CarBrand и CarPrice
9	hasCar("Kovalev", CarBrand, _, CarPrice) и hasCar("Kovalev", "Mercedes", "Light crema", 3000000) унифицируемы. Связываются: CarBrand = "Mercedes", CarPrice = 3000000.	Вывод: LName=Kovalev, CarBrand=Mercedes, CarPrice=3000000  Стек пуст. Помещается последний вытесненный вопрос. Разрываются: CarBrand и CarPrice
10	hasCar("Kovalev", CarBrand, _, CarPrice) и hasCar("Kovalev", "KIA", "Pink", 2200000) унифицируемы. Связываются: CarBrand = "KIA", CarPrice = 2200000.	Вывод: LName=Kovalev, CarBrand=KIA, CarPrice=2200000  Стек пуст. Все факты пройдены. Откат. В стек помещается предшествующий вопрос - hasPhone(LName, Telephone, _). Разрывается: LName
11	hasPhone(LName, "+79993332211", _) и hasPhone("Kovalev", "+37773892047", address("Moscow", "Paveletsky Proezd", "1", "326)) не унифицируемы	hasPhone(LName, Telephone, _) вытесняется из стека.
12	hasPhone(LName, "+79993332211", _) и hasPhone("Kovalev", "+11111111111", address("Nijnii Novgorod", "Not Lusinovskaya", "2/12", "88)) не унифицируемы	
13	hasPhone(LName, "+79993332211", _) и hasPhone("Kovalev", "+22222222222", address("Nijnii Novgorod", "Not Paveletsky Proezd", "-1", "22)) не унифицируемы	Стек пуст. Все факты пройдены. Откат. В стек помещается предпоследний вопрос - hasCarByPhoneBook(Telephone, LName, CarBrand, CarPrice). Разрывается: Telephone
14		Стек пуст. Все правила пройдены. Откатов более не предусмотрено, система завершает работу.

Словесное описание порядка поиска ответа на вопрос для задания 1.В.



№ шага	Сравниваемые термины; результат; подстановка, если есть	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (к чему приводит?)

Словесное описание порядка поиска ответа на вопрос для задания 2.

№ шага	Сравниваемые термины; результат; подстановка, если есть	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (к чему приводит?)

## Теоретическая часть

### 1. Что собой представляет программа на Prolog?

Ответ: программа на Prolog не является определением последовательности действий, она представляет собой набор фактов и правил, обеспечивающих получение заключений на основе этих утверждений.

Программа на Prolog представляет собой: базу знаний и вопрос. С помощью подбора ответов на запросы он извлекает хранящуюся информацию. База знаний содержит истинностные знания, используя которые программа выдает ответ на запрос. Одной из особенностей Prolog является то, что при поиске ответов на вопрос, он рассматривает альтернативные варианты и находит все возможные решения (методом проб и ошибок) – множества значений переменных, при которых на поставленный вопрос можно ответить – «да».

### 2. Какова структура программы на Prolog?

Ответ: программа на Prolog состоит из разделов. Каждый раздел начинается со своего заголовка.

Структура программы:

- директивы компилятора – зарезервированные символьные константы
- **CONSTANTS** – раздел описания констант
- **DOMAINS** – раздел описания доменов
- **DATABASE** – раздел описания предикатов внутренней базы данных
- **PREDICATES** – РАЗДЕЛ ОПИСАНИЯ ПРЕДИКАТОВ
- **CLAUSES** – раздел описания предложений базы знаний
- **GOAL** – раздел описания внутренней цели (вопроса).

В программе не обязательно должны быть все разделы.

3. Как реализуется программа на Prolog? Как формируются результаты работы программы?

Ответ: Программа на Prolog представляет собой: базу знаний и вопрос. С помощью подбора ответов на запросы он извлекает хранящуюся информацию. База знаний содержит истинностные знания, используя которые программа выдает ответ на запрос. Одной из особенностей Prolog является то, что при поиске ответов на вопрос, он рассматривает альтернативные варианты и находит все возможные решения (методом проб и ошибок) – множества значений переменных, при которых на поставленный вопрос можно ответить – «да».

4. Что такое терм?

Ответ:

Терм – это:

1. Константа:

- Число (целое, вещественное),
- Символьный атом (комбинация символов латинского алфавита, цифр и символа подчеркивания, начинающихся со строчной буквы). 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,
- 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). 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.

5. Что такое предикат в матлогике (математике)?

Ответ: предикат – это функция с множеством значений  $\{0, 1\}$  (или {ложь, истина}), определённая на множестве  $M = M_1 \times M_2 \times \dots \times M_n$ . Таким

образом, каждый набор элементов множества  $M$  характеризуется либо как «истинный», либо как «ложный».

6. Что описывает предикат в Prolog?

Ответ: предикаты – это утверждения программы. Фактически, структура предиката – это структура знания, отраженного в заголовке правил, входящих в процедуру.

7. 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)?

Ответ:

8. 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?

Ответ:

9. Что такое подстановка?

Ответ:

10. Что такое пример терма? Как и когда строится? Как Вы думаете система строит и хранит термы?

Ответ: