



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

по лабораторной работе № 11-12

по курсу «Функциональное и логическое программирование»

на тему: «Среда Visual Prolog. Структура программы. Работа программы»

Студент ИУ7-61Б  
(Группа)

\_\_\_\_\_  
(Подпись, дата)

Мицевич М. Д.  
(И. О. Фамилия)

Преподаватель

\_\_\_\_\_  
(Подпись, дата)

Толшинская Н. Б.  
(И. О. Фамилия)

2022 г.

## Задание 1

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

## Решение

Листинг 1 – Решение задания №1

```
predicates
    record(symbol, string)
clauses
    record(max, "79151070860").
    record(egor, "89031001249").
    record(john, "89031041459").
    record(denis, "791511438714").

goal
    record(max, X). %yes
    record(max, "13"). %no solution
    record(X, _). %all names
```

## Задание 2

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

## Решение

Листинг 2 – Решение задания №1

```
predicates
```

```

name_and_phone_by_university(symbol, symbol, symbol)
phone(symbol, symbol)
study(symbol, symbol)
clauses
    phone(max, "79151070860").
    phone(egor, "89031001249").
    phone(john, "89031041459").
    phone(denis, "791511438714").
    phone(denis, "79845494854").
    phone(dima, "38457928920").
    phone(dima, "27426492359").
    phone(alex, "845830998367").

    study(max, bmstu).
    study(egor, mtoosee).
    study(john, tvsu).
    study(denis, nsu).
    study(dima, bmstu).
    study(alex, nsu).
    study(alex, tvsu).

    name_and_phone_by_university(Name, Phone, University) :-
        phone(Name, Phone), study(Name, University).

goal
    phone(X, Y), study(X, bmstu).
    name_and_phone_by_university(X, Y, bmstu). %students from bmstu

```

### Задание 3

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), 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

## Решение

### Листинг 3 – Решение задания №3

```
domains
name, phone, univer = symbol.
model, color = symbol.
bankName = symbol.
amount, price = integer.
city, street, house, flat = symbol.
address = address(city, street, house, flat).

predicates

tel(name, phone, address).
car(name, model, color, price).
deposit(name, bankName, amount).
fs(name, model, price, phone).
ss(name, city, street, bankName, phone).

clauses
fs(Name, Model, Price, Phone):- tel(Name, Phone, _), car(Name,
    Model, _, Price).

ss(Name, City, Street, Banks, Phone):- tel(Name, Phone, address(
    City, Street, _, _)), deposit(Name, Banks, _).

tel(max, "4785237", address("moscow", "baumanskaya", "5", "1")).
tel(egor, "123710", address("moscow", "baumanskaya2", "12", "4"))
.
tel(denis, "167765", address("moscow", "baumanskaya3", "6", "3"))
.
```

```
tel(kate, "123456", address("moscow", "baumanskaya4", "1", "2")).
tel(andrey, "987546", address("moscow", "baumanskaya5", "8", "4")
    ).

car(max, "focus", "blue", 10000000).
car(kate, "juke", "red", 15000000).
car(denis, "volga", "black", 20000000).

deposit(egor, "sber", 1000).
deposit(max, "tinkoff", 20000).
deposit(denis, "raif", 100000).
deposit(kate, "sber", 10000).

goal
fs(X, Y, Z, "4785237");
fs(_, Y, _, "4785237");
ss(egor, "moscow", X, Y, Z).
```

Рисунок 1 – Таблица к заданию 1а.

№ шага	Сравниваемые термы; результат; подстановка, если есть	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (к чему приводит?)
0		В резольвенту заносится вопрос $fs(X, Y, Z, "4785237")$ ;
1	Попытка унификации: $fs(X, Y, Z, "4785237") = fs(Name, Model, Price, Phone)$ Результат: Успех + подстановка $Phone = "4785237"$	Заголовок правила заменяется его телом: $tel(Name, "4785237", \_)$ , $car(Name, Model, \_, Price)$ .
2	Попытка унификации: $tel(Name, "4785237", \_) = fs(Name, Model, Price, Phone)$ Результат: Неудача	Прямой ход. Переход к следующему предложению.
3 - 4	...	...
5	Попытка унификации: $tel(Name, "4785237", \_) = tel(max, "4785237", address("moscow", "baumanskaya", "5", "1"))$ . Результат: Успех + подстановка $Name = max$	$tel(Name, "4785237", \_)$ убирается из резольвенты. Применяется подстановка: $car(max, Model, \_, Price)$
6	Попытка унификации: $car(max, Model, \_, Price) = fs(Name, Model, Price, Phone)$ Результат: Неудача	Прямой ход. Переход к следующему предложению.
7 - 13	...	...
14	Попытка унификации: $car(max, Model, \_, Price) = car(max, "focus", "blue", 10000000)$ .. Результат: Успех + подстановка $Model = "focus"$ ; $Price = 10000000$	Резольвента пуста. Решение найдено $Phone = "4785237"$ $Name = "max"$ $Model = "focus"$ $Price = 10000000$
15	Попытка унификации: $car(max, Model, \_, Price) = car(denis, "volga", "black", 20000000)$ .. Результат: Неудача	Дошли до конца процедуры $car$ . Откат к 5. В резольвенту возвращается $tel(Name, "4785237", \_)$ .
16	Попытка унификации: $tel(Name, "4785237", \_) = tel(egor, "123710", address("moscow", "baumanskaya2", "12", "4"))$ . Результат: Неудача	Прямой ход. Переход к следующему предложению.
17	...	...
18	Попытка унификации: $tel(Name, "4785237", \_) = tel(andrey, "987546", address("moscow", "baumanskaya5", "8", "4"))$ . Результат: Неудача	Дошли до конца процедуры $tel$ . Конец работы.

Рисунок 2 – Таблица к заданию 1b.

№ шага	Сравниваемые термы; результат; подстановка, если есть	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (к чему приводит?)
0		В резольвенту заносится вопрос $fs(\_, Y, \_, "4785237")$ ;
1	Попытка унификации: $fs(\_, Y, \_, "4785237") = fs(Name, Model, Price, Phone)$ Результат: Успех + подстановка $Phone = "4785237"$	Заголовок правила заменяется его телом: $tel(Name, "4785237", \_)$ , $car(Name, Model, \_, \_)$ .
2	Попытка унификации: $tel(Name, "4785237", \_) = fs(Name, Model, Price, Phone)$ Результат: Неудача	Прямой ход. Переход к следующему предложению.
3 - 4	...	...
5	Попытка унификации: $tel(Name, "4785237", \_) = tel(max, "4785237", address("moscow", "baumanskaya", "5", "1"))$ . Результат: Успех + подстановка $Name = max$	$tel(Name, "4785237", \_)$ убирается из резольвенты. Применяется подстановка: $car(max, Model, \_, \_)$
6	Попытка унификации: $car(max, Model, \_, \_) = fs(Name, Model, Price, Phone)$ Результат: Неудача	Прямой ход. Переход к следующему предложению.
7 - 13	...	...
14	Попытка унификации: $car(max, Model, \_, \_) = car(max, "focus", "blue", 10000000)$ .. Результат: Успех + подстановка $Model = "focus"$ ;	Резольвента пуста. Решение найдено $Phone = "4785237"$ $Model = "focus"$
15	Попытка унификации: $car(max, Model, \_, \_) = car(denis, "volga", "black", 20000000)$ .. Результат: Неудача	Дошли до конца процедуры $car$ . Откат к 5. В резольвенту возвращается $tel(Name, "4785237", \_)$ .
16	Попытка унификации: $tel(Name, "4785237", \_) = tel(egor, "123710", address("moscow", "baumanskaya2", "12", "4"))$ . Результат: Неудача	Прямой ход. Переход к следующему предложению.
17	...	...
18	Попытка унификации: $tel(Name, "4785237", \_) = tel(andrey, "987546", address("moscow", "baumanskaya5", "8", "4"))$ . Результат: Неудача	Дошли до конца процедуры $tel$ . Конец работы.

## Задание 4

Используя конъюнктивное правило и простой вопрос, обеспечить возможность поиска: По Марке и Цвету автомобиля найти Фамилию, Город, Телефон и Банки, в которых владелец автомобиля имеет вклады.

### Листинг 4 – Решение задания №4

```
domains
name, phone, univer = symbol.
model, color = symbol.
bankName = symbol.
amount, price = integer.
city, street, house, flat = symbol.
address = address(city, street, house, flat).

predicates

tel(name, phone, address).
car(name, model, color, price).
deposit(name, bankName, amount).
pred (model, color, name, city, phone, bankName) .

clauses
pred (Model, Color, Name, City, Phone, Bank) :-
car(Name, Model, Color, _),
tel(Name, Phone, address(City, _, _, _)),
deposit(Name, Bank, _).

car(max, "ford", "red", 10000000).
car(egor, "focus", "blue", 10000000).
car(max, "focus", "blue", 10000000).
car(denis, "volga", "black", 20000000).

tel(max, "4785237", address("moscow", "baumanskaya", "5", "1")).
tel(egor, "123710", address("moscow", "baumanskaya2", "12", "4"))
.
tel(denis, "167765", address("moscow", "baumanskaya3", "6", "3"))
.

deposit(max, "tinkoff", 20000).
deposit(max, "sber", 20000).
```



```
deposit(egor, "sber", 1000).  
deposit(denis, "raif", 100000).  
  
goal  
pred("opel", "white", Name, City, Phone, Bank).  
pred("volga", "black", Name, City, Phone, Bank).  
pred("focus", "blue", Name, City, Phone, Bank).
```

### **ОТВЕТ 1**

No solution

### **ОТВЕТ 2**

Name=denis, City=moscow, Phone=167765, Bank=raif

1 Solution

### **ОТВЕТ 3**

Name=max, City=moscow, Phone=4785237, Bank=tinkoff

Name=max, City=moscow, Phone=4785237, Bank=sber

Name=egor, City=moscow, Phone=123710, Bank=sber

3 Solutions

Рисунок 3 – Таблица к заданию.

№ шага	Сравниваемые термы; результат; подстановка, если есть	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (к чему приводит?)
0		В резольвенту заносится вопрос: $\text{pred}(\text{"focus"}, \text{"blue"}, \text{Name}, \text{City}, \text{Phone}, \text{Bank})$ .
1	Попытка унификации: $\text{pred}(\text{"focus"}, \text{"blue"}, \text{Name}, \text{City}, \text{Phone}, \text{Bank}) = \text{pred}(\text{Model}, \text{Color}, \text{Name}, \text{City}, \text{Phone}, \text{Bank})$ Результат: Успех + подстановка $\text{Model} = \text{"focus"}$ , $\text{Color} = \text{"blue"}$	Заголовок правила заменяется телом: $\text{car}(\text{Name}, \text{"focus"}, \text{"blue"}, \_)$ , $\text{tel}(\text{Name}, \text{Phone}, \text{address}(\text{City}, \_, \_))$ , $\text{deposit}(\text{Name}, \text{Bank}, \_)$ .
2	Попытка унификации: $\text{car}(\text{Name}, \text{"focus"}, \text{"blue"}, \_) = \text{pred}(\text{Model}, \text{Color}, \text{Name}, \text{City}, \text{Phone}, \text{Bank})$ Результат: Неудача	Прямой ход. Переход к следующему предложению.
3 – 4	...	...
5	Попытка унификации: $\text{car}(\text{Name}, \text{"focus"}, \text{"blue"}, \_) = \text{car}(\text{egor}, \text{"focus"}, \text{"blue"}, 10000000)$ . Результат: Успех + подстановка $\text{Name} = \text{egor}$	Из резольвенты убирается $\text{car}(\text{Name}, \text{"focus"}, \text{"blue"}, \_)$ , Применяется подстановка: $\text{tel}(\text{egor}, \text{Phone}, \text{address}(\text{City}, \_, \_))$ , $\text{deposit}(\text{egor}, \text{Bank}, \_)$ .
6	Попытка унификации: $\text{tel}(\text{egor}, \text{Phone}, \text{address}(\text{City}, \_, \_)) = \text{pred}(\text{Model}, \text{Color}, \text{Name}, \text{City}, \text{Phone}, \text{Bank})$ Результат: Неудача	Прямой ход. Переход к следующему предложению.
7 - 12	...	...
13	Попытка унификации: $\text{tel}(\text{egor}, \text{Phone}, \text{address}(\text{City}, \_, \_)) = \text{tel}(\text{egor}, \text{"123710"}, \text{address}(\text{"moscow"}, \text{"baumanskaya2"}, \text{"12"}, \text{"4"}))$ . Результат: Успех и подстановка $\text{Phone} = \text{"123710"}$ , $\text{City} = \text{"moscow"}$	Из резольвенты убирается $\text{tel}(\text{egor}, \text{Phone}, \text{address}(\text{City}, \_, \_))$ , Применяется подстановка: $\text{deposit}(\text{egor}, \text{Bank}, \_)$ .
14	Попытка унификации: $\text{deposit}(\text{egor}, \text{Bank}, \_) = \text{pred}(\text{Model}, \text{Color}, \text{Name}, \text{City}, \text{Phone}, \text{Bank})$ Результат: Неудача	Прямой ход. Переход к следующему предложению.
15 - 25	Попытка унификации: $\text{deposit}(\text{egor}, \text{Bank}, \_) = \text{deposit}(\text{egor}, \text{"sber"}, 1000)$ . Результат: Успех + подстановка $\text{Bank} = \text{"sber"}$	Резольвента пуста. Получено решение. $\text{Phone} = \text{"123710"}$ $\text{City} = \text{"moscow"}$ $\text{Name} = \text{egor}$ $\text{Bank} = \text{"sber"}$ Откат
26	Попытка унификации: $\text{deposit}(\text{egor}, \text{Bank}, \_) = \text{deposit}(\text{denis}, \text{"raif"}, 100000)$ . Результат: Неудача	Дошли до конца процедуры $\text{deposit}$ . Откат к 13. В резольвенту возвращается $\text{tel}(\text{egor}, \text{Phone}, \text{address}(\text{City}, \_, \_))$
27	Попытка унификации: $\text{tel}(\text{egor}, \text{Phone}, \text{address}(\text{City}, \_, \_)) = \text{tel}(\text{denis}, \text{"167765"}, \text{address}(\text{"moscow"}, \text{"baumanskaya3"}, \text{"6"}, \text{"3"}))$ .	Дошли до конца процедуры $\text{phonebook}$ . Откат к 5. В резольвенту возвращается $\text{car}(\text{Name}, \text{"focus"}, \text{"blue"}, \_)$

	Результат: Неудача	
28	Попытка унификации: car(Name, "focus", "blue", _) = car(max, "focus", "blue", 10000000).. Результат: Успех + подстановка Name = max	Из резольвенты убирается car(Name, "focus", "blue", _) Применяется подстановка tel(max, Phone, address(City, _, _), deposit(max, Bank, _).
29	Попытка унификации: tel(max, Phone, address(City, _, _)) = pred(Model, Color, Surname, City, Phone, Bank) Результат: Неудача	Прямой ход. Переход к следующему предложению.
30 – 33	...	...
34	Попытка унификации: tel(max, Phone, address(City, _, _)) = tel(max, "4785237", address("moscow", "baumanskaya", "5", "1")). Результат: Успех + подстановка Phone = "4785237", City = "moscow"	Из резольвенты убирается tel(max, Phone, address(City, _, _)) Применяется подстановка: deposit(max, Bank, _)
35	Попытка унификации: deposit(max, Bank, _)= pred(Model, Color, Surname, City, Phone, Bank) Результат: Неудача	Прямой ход. Переход к следующему предложению.
36 – 42	...	...
43	Попытка унификации: deposit(max, Bank, _) = deposit(max, "tinkoff", 20000). Результат: Успех + подстановка Bank = "tinloff"	Резольвента пуста. Получен результат: Name = max Phone = "4785237" City = "moscow" Bank = "tinkoff" Откат.
44	Попытка унификации: deposit(max, Bank, _) = deposit(max, "sber", 20000). Результат: Успех + подстановка Bank = "sber"	Резольвента пуста. Получен результат. Name = max Phone = "4785237" City = "moscow" Bank = "sber" Откат.
45	Попытка унификации: deposit(max, Bank, _) = deposit(egor, "sber", 1000). Результат: Неудача	Прямой ход. Переход к следующему предложению.
46	Попытка унификации: deposit(max, Bank, _) = deposit(denis, "raif", 100000). Результат: Неудача	Дошли до конца процедуры deposit. Резольвента пуста. Конец работы.

## Теоретическая часть

### Как представляется программа на языке Prolog?

Программа на языке Prolog состоит из базы знаний — фактов и правил. Цель системы — дать ответ "да" на поставленный в разделе goal вопрос, используя знания. Или "нет", если невозможно дать ответ "да".

### Структура программы

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.

### Работа программы

Ответ на поставленный вопрос система дает в логической форме — «Да» или «Нет». Цель системы состоит в том, чтобы на поставленный вопрос найти возможность, исходя из базы знаний, ответить «Да». Вариантов ответить «Да» на поставленный вопрос может быть несколько. В нашем случае система настроена в режим получения всех возможных вариантов ответа. При поиске ответов на вопрос рассматриваются альтернативные варианты и находятся все возможные решения (методом проб и ошибок) — множества значений переменных, при которых на поставленный вопрос можно ответить — «Да».

Для выполнения логического вывода используется механизм унификации, встроенный в систему. Унификация — операция, которая позволяет

формализовать процесс логического вывода. С практической точки зрения – это основной вычислительный шаг, с помощью которого происходит:

- Двухнаправленная передача параметров процедурам,
- Неразрушающее присваивание,
- Проверка условий (доказательство).

## 4. Что такое терм?

Терм - основной элемент языка Prolog. Терм – это:

### 1. Константа:

- Число (целое, вещественное),
- Символьный атом (комбинация символов латинского алфавита, цифр и символа подчеркивания, начинающаяся со строчной буквы),
- 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 (отношение между объектами), $t_1, t_2, \dots, t_m$ – термы, в том числе и составные.

## 5. Что такое предикат в матлогике (математике)?

Предикат в математической логике - это утверждение, высказанное о субъекте. Предикат является функцией со значениями 0, 1 (истина/ложь), определенной на некотором множестве параметров. Предикат называют  $n$ -арным, если он определен на  $n$ -ой декартовой степени множества  $M$ .

## 6. Что описывает предикат в Prolog?

Предикат в Prolog описывает отношение между аргументами процедуры. Процедурой в Prolog является совокупность всех правил, описывающих определенное отношение.

## 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 (формальных смысл) этих предложений (основных и неосновных)?

В Prolog есть два типа предложений: правила и факты. Правило имеет вид:  $A :- B_1, \dots, B_n$ .  $A$  называется заголовком правила, а  $B_1, \dots, B_n$  – телом правила. Заголовок содержит некоторое знание, а тело – условие истинности этого знания. Факт является частным случаем правила – в нем отсутствует тело.

- Пример факта из программы: `car(anton, "x6 "red 10000000).`
- Пример правила из программы: `fs(Name, Model, Price, Phone):- tel(Name, Phone, _), car(Name, Model, _, Price).`

Основными называются предложения, не содержащие переменных. Предложения, содержащие переменные называются неосновными.

Синтаксис предложения: заголовок(составной терм) :- тело(один или последовательность термов). Предложения используются для формирования базы знаний о некоторой предметной области.

## 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?

Переменные предназначены для обозначения некоторого неизвестного объекта предметной области. Переменные бывают именованными и анонимными. Именованные переменные уникальны в рамках предложения, а анонимная переменная – любая уникальна. В разных предложениях может использоваться одно имя переменной для обозначения разных объектов.

В ходе выполнения программы выполняется связывание переменных с различными объектами, этот процесс называется конкретизацией. Это относится только к именованным переменным. Анонимные переменные не могут быть связаны со значением.

В более общей форме сформулировано предложение, содержащее переменные, так как заранее неизвестно, каким объектом будет конкретизирована переменная.

## 9. Что такое подстановка?

Пусть дан терм:  $(X_1, X_2, \dots, X_n)$ . Подстановка - множество пар, вида:  $\{X_i = t_i\}$ , где  $X_i$  – переменная, а  $t_i$  – терм.