



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 № 9 по курсу «Функциональное и логическое программирование»

Тема Использование правил в программе на Prolog

---

Студент Виноградов А. О.

---

Группа ИУ7-66Б

---

Оценка (баллы) \_\_\_\_\_

Преподаватели Толпинская Н. Б., Строганов Ю. В.

---

Москва — 2023 г.

# Введение

Цель работы: изучить использование правил в программе: структуру, особенности оформления, а также, способ и принципы выполнения таких программ на Prolog.

Задачи работы: : приобрести навыки эффективного декларативного описания предметной области с использованием фактов, правил и некоторых специальных разделов программы. Изучить порядок использования фактов и правил в программе на Prolog, принципы и особенности сопоставления и отождествления термов, на основе механизма унификации. Способ формирования и изменения резольвенты. Порядок формирования ответа.

# 1 Практические задания

1. Создать базу знаний «Предки», позволяющую наиболее эффективным способом (за меньшее количество шагов, что обеспечивается меньшим количеством предложений БЗ - правил), и используя разные варианты (примеры) простого вопроса, (указать: какой вопрос для какого варианта) определить:

1. по имени субъекта определить всех его бабушек (предки 2-го колена),
2. по имени субъекта определить всех его дедушек (предки 2-го колена),
3. по имени субъекта определить всех его бабушек и дедушек (предки 2-го колена),
4. по имени субъекта определить его бабушку по материнской линии (предки 2-го колена),
5. по имени субъекта определить его бабушку и дедушку по материнской линии (предки 2-го колена).

Минимизировать количество правил и количество вариантов вопросов. Использовать конъюнктивные правила и простой вопрос. Для одного из вариантов ВОПРОСА задания 1 составить таблицу, отражающую конкретный порядок работы системы.

2. Дополнить базу знаний правилами, позволяющими найти

1. Максимум из двух чисел
  - а) без использования отсечения,
  - в) с использованием отсечения;
2. Максимум из трех чисел
  - а) без использования отсечения,
  - в) с использованием отсечения;

Убедиться в правильности результатов. Для каждого случая пункта 2 обосновать необходимость всех условий тела. Для одного из вариантов ВОПРОСА и каждого варианта задания 2 составить таблицу, отражающую конкретный порядок работы системы.

## 1.1 Код программы

Листинг 1.1 – Код программы

```
1 domains
2     name, gen = symbol %gen = gender
3     per = per(name, gen) %per = person
4
5 predicates
6     parent(per, per)
7     grands(name, name, gen, gen)
8
9     max(real, real, real)
10    max_cut(real, real, real)
11    max(real, real, real, real)
12    max_cut(real, real, real, real)
13
14
15 clauses
16     parent(per(alex, m), per(helen, f)). %helen is mother of alex
17     parent(per(helen, f), per(angela, f)).
18     parent(per(helen, f), per(kiril, m)).
19     parent(per(alex, m), per(yura, m)). %yura is father of alex
20     parent(per(yura, m), per(tanya, f)).
21     parent(per(yura, m), per(pasha, m)).
22
23     parent(per(ana, f), per(kristy, f)).
24     parent(per(kristy, f), per(alina, f)).
25     parent(per(ana, f), per(oleg, m)).
26     parent(per(oleg, m), per(igor, m)).
27
28     %name, name of grandparent, gender of parent, gender of
29     %grandparent
30     grands(Name, GParent, ParGen, GParGen):–
31         parent(per(Name, _), per(Parent, ParGen)),
32         parent(per(Parent, ParGen), per(GParent, GParGen)).
33
34     max(X, Y, X):– X>=Y.
35     max(X, Y, Y):– X<Y.
36
37     max_cut(X, Y, X):– X>=Y, !.
38     max_cut(_, Y, Y).
```

```

39
40 max(X,Y,Z,X):- X>=Y, X>=Z.
41 max(X,Y,Z,Y):- Y>=X, Y>=Z.
42 max(X,Y,Z,Z):- Z>=X, Z>=Y.
43
44 max_cut(X,Y,Z,X):- X>=Y, X>=Z,!.
45 max_cut(_,Y,Z,Y):- Y>=Z,!.
46 max_cut(_,_,Z,Z).
47
48
49 goal
50
51 %grands(alex,GParent,_,f). %all grandmas
52 %grands(alex,GParent,_,m). %all grandpas
53 %grands(alex,GParent,_,_). %all grandparents
54 %grands(alex,GParent,f,f). %maternal grandma
55 %grands(alex,GParent,f,_). %maternal grandparents
56
57 %max(1, 2, Max).
58 %max(2, 1, Max).
59
60 %max_cut(3,5, Max).
61 %max_cut(5,3, Max).
62
63 %max(1,2,3,Max).
64 %max(3,1,2,Max).
65 %max(2,3,1,Max).
66
67 %max_cut(1,2,3,Max).
68 %max_cut(3,1,2,Max).
69 max_cut(2,3,1,Max).

```

## 1.2 Таблицы порядка работы системы

№ шага	Состояние резольвенты, и вывод: дальнейшие действия (почему?)	Для каких термов запускается алгоритм унификации: T1=T2 и каков <b>результат</b> (и подстановка)	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (почему и к чему приводит?)
1-10	Резольвента: <b>grands(alex,GParent,_,f)</b>	<b>grands(alex,GParent,_,f)</b> сравнивается с каждым термом из parent(per(alex, m),per(helen, f)).mother(olga, lena). ... parent(per(oleg, m), per(igor,m)). На каждом шаге производится попытка унификации. Унификация не успешна, функторы не совпадают.	Переход к следующему предложению
11	Резольвента: <b>grands(alex,GParent,_,f)</b>	T1 = <b>grands(alex,GParent,_,f)</b> grands(Name, GPARENT,ParGen, GParGen) Попытка унификации. Результат: Успех. Подстановка: { Name = alex, <b>GPARENT</b> = GPARENT, GParGen = f }	Прямой ход. Содержимое резольвенты заменяется телом найденного правила. К резольвенте применяется подстановка.
12	Резольвента: parent(per(alex, _), per(Parent, _)), parent(per(Parent, _), per(GParent, f))	T1 = parent(per(alex, _), per(Parent, _)) T2 = parent(per(alex, m),per(helen, f)) Попытка унификации. Результат: успех. Подстановка: { Parent = helen }	Прямой ход. К резольвенте применяется подстановка. Резольвента преобразуется с помощью редукции.
13	Резольвента: parent(per(helen,f), per(GParent, f))	T1 = parent(per(helen,f), per(GParent, f)) T2 = parent(per(alex, m),per(helen, f)) Попытка унификации. Результат: неудача	Переход к следующему предложению

14	Резольвента: parent(per(helen,f), per(GParent, f))	T1 = parent(per(helen,f), per(GParent, f)) T2 = parent(per(helen, f),per(angela,f)) Попытка унификации. Результат: успех. Подстановка: { GParent = angela}	Прямой ход. К резольвенте применяется подстановка. Резольвента преобразуется с помощью редукции.
15	Резольвента пуста. Все переменные связаны		Вывод результата. Поиск альтернативного решения. Откат к предыдущему состоянию резольвенты.
17-35	Резольвента: parent(per(helen,f), per(GParent, f))	T1 = parent(per(helen,f), per(GParent, f)) сравнивается с каждым термом из parent(per(helen, f), per(kiril,m)) ... max_cut(_,_,Z,Z). Результат: неудача	БЗ исчерпана. Откат к предыдущему состоянию резольвенты
36-37	Резольвента: parent(per(alex,_), per(Parent,_)), parent(per(Parent,_), per(GParent, f))	T1 = parent(per(alex,_), per(Parent,f)) сравнивается с каждым термом из parent(per(helen, f),per(angela,f)). parent(per(helen, f), per(kiril,m)) Результат: неудача	Переход к следующему предложению
38	Резольвента: parent(per(alex,_), per(Parent,_)), parent(per(Parent,_), per(GParent, f))	T1 = parent(per(alex,_), per(Parent,f)) T2 = parent(per(alex, m),per(yura,m)). Попытка унификации. Результат: успех. Подстановка: { Parent = yura}	Прямой ход. К резольвенте применяется подстановка.
39	Резольвента: parent(per(yura,_), per(GParent, f))	T1 = parent(per(yura,f), per(GParent, f)) T2 = parent(per(yura, f),per(tanya,f))	Прямой ход. К резольвенте применяется подстановка.



		Попытка унификации. Результат: успех. Подстановка: { GParent = tanya }	
40	Резольвента пуста. Все переменные связаны		Откат к предыдущему состоянию резольвенты.
41-56	parent(per(yura,_), per(GParent, f))	T1 = parent(per(yura,_), per(GParent, f)) сравнивается с каждым термом из parent(per(yura, m), per(pasha, m)). ... max_cut(_,_,Z,Z). Результат: неудача	БЗ исчерпана. Откат к предыдущему состоянию резольвенты
57-75	Резольвента: parent(per(alex,_), per(Parent,_)), parent(per(Parent,_), per(GParent, f))	T1 = parent(per(alex,_), per(Parent, f)) сравнивается с каждым термом из parent(per(yura, m), per(tanya, f)). ... max_cut(_,_,Z,Z). Результат: неудача	БЗ исчерпана. Откат к предыдущему состоянию резольвенты
76	<b>grands(alex,GParent,_,f)</b>	T1 = <b>grands(alex,GParent,f,f)</b> сравнивается с каждым термом из max(X,Y,X) ... max_cut(_,_,Z,Z). Результат: неудача	Унификации безуспешны. БЗ исчерпана. Завершение выполнения программы.

№ шага	Состояние резольвенты, и вывод: дальнейшие действия (почему?)	Для каких термов запускается алгоритм унификации: $T1=T2$ и каков <b>результат</b> (и подстановка)	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (почему и к чему приводит?)
1-15	$\text{max}(1, 5, 3, \text{Max})$	$T1 = \text{max}(1, 5, 3, \text{Max})$ Попытка унификации со всеми термами из $\text{parent}(\text{per}(\text{alex}, \text{m}), \text{per}(\text{helen}, \text{f}))$ . ... $\text{max\_cut}(\_, Y, Y)$ . Унификация не успешна.	Переход к следующему предложению
16	$\text{max}(1, 5, 3, \text{Max})$	$T1 = \text{max}(1, 5, 3, \text{Max})$ $T2 = \text{max}(X, Y, Z, X)$ Попытка унификации Унификация успешна. Подстановка: $\{X=1, Y=5, Z=3, \text{Max}=X\}$	Прямой ход.
17	$1 \geq 5$ $1 \geq 3$	$1 \geq 5$ – неверно	Откат
18	$\text{max}(1, 5, 3, \text{Max})$	$T1 = \text{max}(1, 5, 3, \text{Max})$ $T2 = \text{max}(X, Y, Z, Y)$ Попытка унификации Унификация успешна. Подстановка: $\{X=1, Y=5, Z=3, \text{Max}=Y\}$	Прямой ход.
19	$5 \geq 1$ $5 \geq 3$	$5 \geq 1$ – верно	Прямой ход
20	$5 \geq 3$	$5 \geq 3$ – верно	Прямой ход
21	Резольвента пуста		Ответ найден Откат
22	$\text{max}(1, 5, 3, \text{Max})$	$T1 = \text{max}(1, 5, 3, \text{Max})$ $T2 = \text{max}(X, Y, Z, Z)$ Попытка унификации Унификация успешна. Подстановка:	Прямой ход.

		{X=1,Y=5,Z=3,Max=Z}	
23	3 >= 1 3 >= 5	3 >=1 – верно	Прямой ход
24	3 >= 5	3 >= 5 – неверно	Откат
25-27	max(1, 5, 3, Max)	T1= max(1, 5, 3, Max) Попытка унификации со всеми термами из max_cut(X, Y, Z, X) max_cut(_,Y,Z,Y) max_cut(_,_,Z,Z)	Переход к следующему предложению
28	Резольвента пуста		БЗ исчерпана, завершение работы.

№ шаг а	Состояние резольвенты, и вывод: дальнейшие действия (почему?)	Для каких термов запускается алгоритм унификации: T1=T2 и каков <b>результат</b> (и подстановка)	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (почему и к чему приводит?)
1-18	max_cut(1, 5, 3,Max)	T1= max_cut(1, 5, 3, Max) Попытка унификации со всеми термами из parent(per(alex, m),per(helen, f)). ... max(X,Y,Z,Z) Унификация не успешна.	Переход к следующему предложению
19	max_cut(1, 5, 3,Max)	T1= max_cat(1, 5, 3, Max) T2 = max(X, Y, Y) Попытка унификации Унификация не успешна.	Переход к следующему предложению
20	max_cut(1, 5, 3,Max)	T1= max_cut(1, 5, 3, Max) T2 = max_cut(X, Y, Z, X) Унификация успешна. Подстановка : { X=1,Y=5,Z=3, Max=X}	Прямой ход
21	1 >= 5 1 >= 3 !	1>=5 - неверно	Откат

22	max_cat(1, 5, 3,Max)	<p>T1 = max_cut(1, 5, 3, Max)</p> <p>T2 = max_cut(_, Y, Z, Y)</p> <p>Попытка унификации</p> <p>Унификация успешна.</p> <p>Подстановка :</p> <p>{ X=1,Y=5,Z=3, Max=Y}</p>	Прямой ход
4	5 >= 3 !	5>=3 - верно	Прямой ход
5	!	! - указывает прологу отменить поиск альтернатив для целей до него	Прямой ход
6	Пусто	Конец	Результат найден