



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 №15-16
по дисциплине
"Функциональное и логическое программирование"**

Тема Формирование эффективных программ и рекурсия на Prolog

Студент Малышев И. А.

Группа ИУ7-61Б

Оценка (баллы) _____

Преподаватель: Толпинская Н. Б.

Москва — 2022 г.

Лабораторная работа №15

Задание

В одной программе написать правила, позволяющие найти:

1. Максимум из двух чисел:

- Без использования отсечения;
- С использованием отсечения;

2. Максимум из трех чисел:

- Без использования отсечения;
- С использованием отсечения.

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

Так как резольвента хранится в виде стека, то состояние резольвенты требуется отображать в столбик: вершина – сверху! Новый шаг надо начинать с нового состояния резольвенты!

Решение

```
1 domains
2   num = integer
3
4 predicates
5   max2(num, num, num)
6   max3(num, num, num, num)
7
8   max2clipping(num, num, num)
9   max3clipping(num, num, num, num)
10
11 clauses
12   max2(N1, N2, N2) :- N2 >= N1.
13   max2(N1, N2, N1) :- N1 >= N2.
14
15   max3(N1, N2, N3, N3) :- N3 >= N1, N3 >= N2.
16   max3(N1, N2, N3, N2) :- N2 >= N1, N2 >= N3.
17   max3(N1, N2, N3, N1) :- N1 >= N2, N1 >= N3.
18
19   max2clipping(N1, N2, N2) :- N2 >= N1, !.
20   max2clipping(N1, _, N1).
21
22   max3clipping(N1, N2, N3, N3) :- N3 >= N2, N3 >= N1, !.
23   max3clipping(N1, N2, _, N1) :- N1 >= N2, !.
24   max3clipping(_, N2, _, N2).
25
26 goal
27   max2(1, 4, Max).
28   max2clipping(1, 4, Max).
29   max3(133, 4, 5, Max).
30   max3clipping(133, 4, 5, Max).
```

Порядок работы

Шаг	Сравниваемые термы, результаты	Дальнейшие действия	Резольвента	Подстановка
1	Запуск алгоритма унификации для $\text{max3}(3, 4, 135, \text{Max})$ и $\text{max2}(N1, N2, N2)$. Функторы не равны	Прямой ход, переход к следующему предложению	$\text{max3}(3, 4, 135, \text{Max})$	Пустая
...
5	Запуск алгоритма унификации для $\text{max3}(3, 4, 135, \text{Max})$ и $\text{max3}(N1, N2, N3, N3)$. Унификация успешна	Прямой ход, решение очередной цели резольвенты	$135 \geq 3$ $135 \geq 4$	$N1 = 3$ $N2 = 4$ $N3 = 135$ $\text{Max} = N3$
6	$135 \geq 3$. Правда.	Прямой ход, решение очередной цели резольвенты	$135 \geq 3$	$N1 = 3$ $N2 = 4$ $N3 = 135$ $\text{Max} = N3$
7	$135 \geq 4$. Правда	Получен результат ($\text{Max} = 135$). Откат относительно шага 5.	Пустая	$N1 = 3$ $N2 = 4$ $N3 = 135$ $\text{Max} = N3$
8	Запуск алгоритма унификации для $\text{max3}(3, 4, 135, \text{Max})$ и $\text{max3}(N1, N2, N3, N2)$. Успешная унификация.	Прямой ход, решение очередной цели резольвенты	$4 \geq 3$ $4 \geq 135$	$N1 = 3$ $N2 = 4$ $N3 = 135$ $\text{Max} = N3$
9	$4 \geq 3$. Правда.	Прямой ход, решение очередной цели резольвенты	$4 \geq 135$	$N1 = 3$ $N2 = 4$ $N3 = 135$ $\text{Max} = N3$
10	$4 \geq 135$. Ложь.	Откат, переход к следующему предложению относительно шага 8.	$\text{max3}(3, 4, 135, \text{Max})$	Пустая
11	Запуск алгоритма унификации для $\text{max3}(3, 4, 135, \text{Max})$ и $\text{max3}(N1, N2, N3, N1)$. Успешная унификация.	Прямой ход, решение очередной цели резольвенты	$3 \geq 4$ $3 \geq 135$	$N1 = 3$ $N2 = 4$ $N3 = 135$ $\text{Max} = N3$
12	$3 \geq 4$. Ложь.	Откат, относительно шага 11.	$\text{max3}(3, 4, 135, \text{Max})$	Пустая
13	Запуск алгоритма унификации для $\text{max3}(4, 2, 3, \text{Max})$ и $\text{max3clipping}(N1, N2, N3, N3)$. Унификация неуспешна.	Прямой ход, переход к следующему предложению.	$\text{max3}(3, 4, 135, \text{Max})$	Пустая
...
15	Запуск алгоритма унификации для $\text{max3}(4, 2, 3, \text{Max})$ и $\text{max3clipping}(_, N2, _, N2)$. Унификация неуспешна.	Завершение работы.	$\text{max3}(3, 4, 135, \text{Max})$	Пустая

Шаг	Сравниваемые термы, результаты	Дальнейшие действия	Резольвента	Подстановка
1	Запуск алгоритма унификации для $\text{max3clipping}(3, 4, 135, \text{Max})$. и $\text{max2}(N1, N2, N2)$. Унификация неуспешна.	Прямой ход, переход к следующему предложению.	$\text{max3clipping}(133, 4, 5, \text{Max})$.	Пустая
...
8	Запуск алгоритма унификации для $\text{max3clipping}(3, 4, 135, \text{Max})$. и $\text{max3clipping}(N1, N2, N3, N3)$. Унификация успешна.	Прямой ход, решение следующей цели из резольвенты ($135 \geq 3$)	$135 \geq 3$ $135 \geq 4$!	$N1 = 3$ $N2 = 4$ $N3 = 135$ $\text{Max} = N3$
9	$135 \geq 3$. Правда	Прямой ход, решение следующей цели из резольвенты ($135 \geq 4$)	$135 \geq 4$!	$N1 = 3$ $N2 = 4$ $N3 = 135$ $\text{Max} = N1$
10	$135 \geq 4$. Правда	Получен результат ($\text{Max} = 135$), оператор отсеечения, откат к п.8 и завершение работы.	Пустая	$N1 = 3$ $N2 = 4$ $N3 = 135$ $\text{Max} = N1$

Лабораторная работа №16

Постановка задачи

Используя хвостовую рекурсию, разработать программу, позволяющую найти:

1. $n!$;
2. n -е число Фибоначчи.

Для одного из вариантов ВОПРОСА и каждого задания составить таблицу, отражающую конкретный порядок работы системы:

Т.к. резольвента хранится в виде стека, то состояние резольвенты требуется отображать в столбик: вершина – сверху! Новый шаг надо начинать с нового состояния резольвенты!

Решение

```
1 domains
2   num = integer
3
4 predicates
5   fact(num, num)
6   rec_fact(num, num, num)
7
8   fib(num, num)
9   rec_fib(num, num, num, num)
10
11 clauses
12   rec_fact(N, Res, Acc) :- N > 1, !, NewN = N - 1, NewAcc = Acc * N,
      rec_fact(NewN, Res, NewAcc).
13   rec_fact(_, Res, Acc) :- Res = Acc.
14   fact(N, Res) :- rec_fact(N, Res, 1).
15
16   rec_fib(N, F1, F2, Res) :- N > 2, !, NewF1 = F2, NewF2 = F1 + F2, NewN = N - 1,
      rec_fib(NewN, NewF1, NewF2, Res).
17   rec_fib(_, _, B, Res) :- Res = B.
18   fib(N, Res) :- rec_fib(N, 1, 1, Res).
19
20 goal
21   fact(4, Res).
22   fib(7, Res).
```

Порядок работы

Шаг	Сравниваемые термы, результаты	Дальнейшие действия	Резольвента	Подстановка
1	Запуск алгоритма унификации для $\text{fact}(3, \text{Res})$ и $\text{rec_fact}(N, \text{Res}, \text{Acc})$. Унификация неуспешна.	Прямой ход. Переход к след. предложению	$\text{fact}(3, \text{Res})$	Пустая
2	Запуск алгоритма унификации для $\text{fact}(3, \text{Res})$ и $\text{rec_fact}(_, \text{Res}, \text{Acc})$. Унификация неуспешна.	Прямой ход. Переход к след. предложению	$\text{fact}(3, \text{Res})$	Пустая
3	Запуск алгоритма унификации для $\text{fact}(3, \text{Res})$ и $\text{fact}(N, \text{Res})$. Успешная унификация.	Прямой ход (след. цель резольвенты)	$\text{rfact}(3, \text{Res}, 1)$!	$N = 3$
4	Запуск алгоритма унификации для $\text{rec_fact}(3, \text{Res}, 1)$ и $\text{rec_fact}(N, \text{Res}, \text{Acc})$. Унификация успешна.	Прямой ход (след. цель резольвенты)	$3 > 1$! $\text{NewN} = 3 - 1$ $\text{NewAcc} = 1 * 3$ $\text{rec_fact}(\text{NewN}, \text{Res}, \text{NewAcc})$!	$N = 3$ $N = 3$ $\text{Acc} = 1$
5	$3 > 1$. Правда.	Прямой ход (след. цель резольвенты)	! $\text{NewN} = 3 - 1$ $\text{NewAcc} = 1 * 3$ $\text{rec_fact}(\text{NewN}, \text{Res}, \text{NewAcc})$!	$N = 3$ $N = 3$ $\text{Acc} = 1$
6	!, отсечение 4,5	Прямой ход (след. цель резольвенты)	$\text{NewN} = 3 - 1$ $\text{NewAcc} = 1 * 3$ $\text{rec_fact}(\text{NewN}, \text{Res}, \text{NewAcc})$!	$N = 3$ $N = 3$ $\text{Acc} = 1$
7	$\text{NewN} = 3 - 1$	Прямой ход (след. цель резольвенты)	$\text{NewAcc} = 1 * 3$ $\text{rec_fact}(2, \text{Res}, \text{NewAcc})$!	$N = 3$ $N = 3$ $\text{Acc} = 1$ $\text{NewN} = 2$
8	$\text{NewAcc} = 1 * 3$	Прямой ход (след. цель резольвенты)	$\text{rec_fact}(2, \text{Res}, 3)$!	$N = 3$ $N = 3$ $\text{Acc} = 1$ $\text{NewN} = 2$ $\text{NewAcc} = 3$

9	Запуск алгоритма унификации для $\text{rec_fact}(2, \text{Res}, 3)$ и $\text{rec_fact}(N, \text{Res}, \text{Acc})$. Успешная унификация.	Прямой ход (след. цель резольвенты)	$2 > 1$ $!$ $N_n = 2 - 1$ $T_{\text{acc}} = 3 * 2$ $\text{rfact}(N_n, \text{Res}, T_{\text{acc}})$ $!$	$N = 3$ $N = 3$ $\text{Acc} = 1$ $\text{NewN} = 2$ $\text{NewAcc} = 3$ $N = 2$ $\text{Acc} = 3$
10	$2 > 1$. Правда.	Прямой ход (след. цель резольвенты)	$!$ $\text{NewN} = 2 - 1$ $\text{NewAcc} = 3 * 2$ $\text{rfact}(\text{NewN}, \text{Res}, \text{NewAcc})$ $!$	$N = 3$ $N = 3$ $\text{Acc} = 1$ $\text{NewN} = 2$ $\text{NewAcc} = 3$ $N = 2$ $\text{Acc} = 3$
11	$!$, отсечение 9, 10	Прямой ход (след. цель резольвенты)	$\text{NewN} = 2 - 1$ $\text{NewAcc} = 3 * 2$ $\text{rec_fact}(\text{NewN}, \text{Res}, \text{NewAcc})$ $!$	$N = 3$ $N = 3$ $\text{Acc} = 1$ $\text{NewN} = 2$ $\text{NewAcc} = 3$ $N = 2$ $\text{Acc} = 3$
12	$\text{NewN} = 2 - 1$	Прямой ход (след. цель резольвенты)	$\text{NewAcc} = 3 * 2$ $\text{rec_fact}(1, \text{Res}, \text{NewAcc})$ $!$	\dots $T_{\text{acc}} = 3$ $N = 2$ $\text{Acc} = 3$ $N_n = 1$
13	$\text{NewAcc} = 3 * 2$	Прямой ход (след. цель резольвенты)	$\text{rec_fact}(1, \text{Res}, 6)$ $!$	\dots $T_{\text{acc}} = 3$ $N = 2$ $\text{Acc} = 3$ $\text{NewN} = 1$ $\text{NewAcc} = 6$
14	Попытка унификации $\text{rec_fact}(1, \text{Res}, 6)$ и $\text{rec_fact}(N, \text{Res}, \text{Acc})$. Успешная унификация.	Прямой ход (след. цель резольвенты)	$1 > 1$ $!$ $\text{NewN} = 1 - 1$ $\text{NewAcc} = 6 * 1$ $\text{rec_fact}(\text{NewN}, \text{Res}, \text{NewAcc})$ $!$	\dots $\text{NewN} = 1$ $\text{NewAcc} = 6$ $N = 1$ $\text{Acc} = 6$

15	$1 > 1$. Ложь.	Откат, относительно 13	$\text{rec_fact}(1, \text{Res}, 6)$ $!$	$N = 3$ $N = 3$ $\text{Acc} = 1$ $\text{NewN} = 2$ $\text{NewAcc} = 3$ $N = 2$ $\text{Acc} = 3$ $\text{NewN} = 1$ $\text{NewAcc} = 6$
16	Попытка унификации $\text{rec_fact}(1, \text{Res}, 6)$ и $\text{rec_fact}(N, \text{Res}, \text{Acc})$. Успешная унификация.	Прямой ход (след. цель резольвенты)	$\text{Res} = 6$ $!$ $!$	\dots $\text{NewN} = 1$ $\text{NewAcc} = 6$ $N = 1$ $\text{Acc} = 6$ $\text{Res} = 6$
17	$\text{Res} = 6$	Прямой ход (след. цель резольвенты)	$!$ $!$	\dots $\text{NewN} = 1$ $\text{NewAcc} = 6$ $N = 1$ $\text{Acc} = 6$ $\text{Res} = 6$
18	$!$, отсечение 15, 16	Прямой ход (след. цель резольвенты)	$!$	\dots $\text{NewN} = 1$ $\text{NewAcc} = 6$ $N = 1$ $\text{Acc} = 6$ $\text{Res} = 6$
19	$!$, отсечение 3	Результат ($\text{Res} = 6$). Завершение работы.	Пустая	\dots $\text{NewN} = 1$ $\text{NewAcc} = 6$ $N = 1$ $\text{Acc} = 6$ $\text{Res} = 6$

Шаг	Сравниваемые термы, результаты	Дальнейшие действия	Резольвента	Подстановка
1	Запуск алгоритма унификации для $\text{fib}(4, \text{Res})$ и $\text{rec_fact}(N, \text{Res}, \text{Acc})$. Унификация неуспешна.	Прямой ход. Переход к след. предложению	$\text{fib}(4, \text{Res})$	Пустая
...
6	Запуск алгоритма унификации для $\text{fib}(4, \text{Res})$ и $\text{fib}(N, \text{Res})$. Успешная унификация.	Прямой ход. Переход к след. предложению	$\text{rec_fib}(4, 1, 1, \text{Res})$!	$N = 4$
7	Запуск алгоритма унификации для $\text{rec_fib}(4, 1, 1, \text{Res})$ и $\text{rec_fact}(N, \text{Res}, \text{Acc})$. Унификация неуспешна.	Прямой ход. Переход к след. предложению	$\text{rec_fib}(4, 1, 1, \text{Res})$!	$N = 4$
...
10	Запуск алгоритма унификации для $\text{rec_fib}(4, 1, 1, \text{Res})$ и $\text{rec_fib}(N, F1, F2, \text{Res})$. Успешная унификация.	Прямой ход (след. цель резольвенты)	$4 > 2$! $\text{NewF1} = 1$ $\text{NewF2} = 1 + 1$ $\text{NewN} = 4 - 1$ $\text{rec_fib}(\text{NewN}, \text{NewF1}, \text{NewF2}, \text{Res})$!	$N = 4$ $F1 = 1$ $F2 = 1$ $N = 4$ $F1 = 1$ $F2 = 1$
11	$4 > 2$. Правда.	Прямой ход (след. цель резольвенты)	! $\text{NewF1} = 1$ $\text{NewF2} = 1 + 1$ $\text{NewN} = 4 - 1$ $\text{rec_fib}(\text{NewN}, \text{NewF1}, \text{NewF2}, \text{Res})$!	$N = 4$ $F1 = 1$ $F2 = 1$ $N = 4$ $F1 = 1$ $F2 = 1$
12	!, отсечение 10, 11	Прямой ход (след. цель резольвенты)	$\text{NewF1} = 1$ $\text{NewF2} = 1 + 1$ $\text{NewN} = 4 - 1$ $\text{rec_fib}(\text{NewN}, \text{NewF1}, \text{NewF2}, \text{Res})$!	$N = 4$ $F1 = 1$ $F2 = 1$ $N = 4$ $F1 = 1$ $F2 = 1$
13	$\text{NewF1} = 1$	Прямой ход (след. цель резольвенты)	$\text{NewF2} = 1 + 1$ $\text{NewN} = 4 - 1$ $\text{rec_fib}(\text{NewN}, 1, \text{NewF2}, \text{Res})$!	... $F1 = 1$ $F2 = 1$ $\text{NewF1} = 1$
14	$\text{NewF2} = 1 + 1$	Прямой ход (след. цель резольвенты)	$\text{NewN} = 4 - 1$ $\text{rec_fib}(\text{NewN}, 1, 2, \text{Res})$!	... $F1 = 1$ $F2 = 1$ $\text{NewF1} = 1$ $\text{NewF2} = 2$

15	NewN = 4 - 1	Прямой ход (след. цель резольвенты)	rec_fib(3, 1, 2, Res) !	... NewF1 = 1 NewF2 = 2 NewN = 3
16	Запуск алгоритма унификации для rec_fib(3, 1, 2, Res) и rec_fact(N, Res, Acc). Успешная унификация.	Прямой ход. Переход к след. предложению	rec_fib(3, 1, 2, Res) !	... NewF1 = 1 NewF2 = 2 NewN = 3
...
19	Запуск алгоритма унификации для rec_fib(3, 1, 2, Res) и rec_fib(N, F1, F2, Res). Успешная унификация.	Прямой ход (след. цель резольвенты)	3 > 2 ! NewF1 = 2 NewF2 = 2 + 1 NewN = 3 - 1 rec_fib(NewN, NewF1, NewF2, Res) !	... NewF1 = 1 NewF2 = 2 NewN = 3 N = 3 F1 = 1 F2 = 2
20	3 > 2. Правда.	Прямой ход (след. цель резольвенты)	! NewF1 = 2 NewF2 = 2 + 1 NewN = 3 - 1 rec_fib(NewN, NewF1, NewF2, Res) !	... NewF1 = 1 NewF2 = 2 NewN = 3 N = 3 F1 = 1 F2 = 2
21	!, отсечение 19, 20	Прямой ход (след. цель резольвенты)	NewF1 = 2 NewF2 = 2 + 1 NewN = 3 - 1 rec_fib(NewN, NewF1, NewF2, Res) !	... N = 3 F1 = 1 F2 = 2
22	NewF1 = 2	Прямой ход (след. цель резольвенты)	NewF2 = 2 + 1 NewN = 3 - 1 rec_fib(NewN, 2, NewF2, Res) !	... N = 3 F1 = 1 F2 = 2 NewF1 = 2
23	NewF2 = 2 + 1	Прямой ход (след. цель резольвенты)	NewN = 3 - 1 rec_fib(NewN, 2, 3, Res) !	... N = 3 F1 = 1 F2 = 2 NewF1 = 2 NewF2 = 3

24	NewN = 3 - 1	Прямой ход (след. цель резолювенты)	rec_fib(2, 2, 3, Res) !	... N = 3 F1 = 1 F2 = 2 NewF1 = 2 NewF2 = 3 NewN = 2
25	Запуск алгоритма унификации для rec_fib(2, 2, 3, Res) и rec_fact(N, Res, Acc). Унификация неуспешна.	Прямой ход. Переход к след. предложению	rec_fib(2, 2, 3, Res) !	... N = 3 F1 = 1 F2 = 2 NewF1 = 2 NewF2 = 3 NewN = 2
...
28	Запуск алгоритма унификации для rec_fib(2, 2, 3, Res) и rec_fib(N, F1, F2, Res). Успешная унификация.	Прямой ход (след. цель резолювенты)	2 > 2 ! NewF1 = 3 NewF2 = 3 + 2 NewN = 2 - 1 rec_fib(NewN, NewF1, NewF2, Res) !	... N = 2 F1 = 2 F2 = 3
29	2 > 2. Ложь	Откат, переход к следующему шагу относительно 28	rec_fib(2, 2, 3, Res) !	... N = 3 F1 = 1 F2 = 2 NewF1 = 2 NewF2 = 3 NewN = 2
30	Запуск алгоритма унификации для rec_fib(2, 2, 3, Res) и rec_fib(N, F1, F2, Res). Успешная унификация.	Прямой ход (след. цель резолювенты)	Res = 3 !	... N = 2 F1 = 2 F2 = 3
31	Res = F2	Прямой ход (след. цель резолювенты)	!	... N = 2 F1 = 2 F2 = 3 Res = 3

32	!, отсечение 6	Результат (Res = 3). Завершение работы.	Пустая	... N = 2 F1 = 2 F2 = 3 Res = 3
----	----------------	---	--------	---