



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 №10  
по дисциплине «Функциональное и логическое  
программирование»**

Тема Рекурсия на Prolog

Студент Золотухин А.В.

Группа ИУ7-64Б

Оценка (баллы) \_\_\_\_\_

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

## Задание

Используя хвостовую рекурсию, разработать программу, позволяющую найти:

1.  $n!$ ,
2.  $n$ -е число Фибоначчи.

Убедиться в правильности результатов. 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
2 predicates
3
4 factorial(integer , integer).
5 factHelp(integer , integer , integer).
6
7 fibbonachi(integer , integer).
8 fibHelp(integer , integer , integer , integer).
9
10 clauses
11
12 factHelp(N, CurA, Res) :-
13     N < 2,
14     Res = CurA,
15     !.
16
17 factHelp(N, CurA, Res) :-
18     NextA = CurA * N,
19     NextN = N - 1,
20     factHelp(NextN, NextA, Res).
21
22 factorial(N, Res) :-
23     factHelp(N, 1, Res).
24
25 fibHelp(N, Res, _, PrevA) :-
26     N < 3,
27     Res = PrevA,
28     !.
29
30 fibHelp(N, Res, PPA, PrevA) :-
31     NextN = N - 1,
32     NewPrev = PPA + PrevA,
33     fibHelp(NextN, Res, PrevA, NewPrev).
34
35 fibbonachi(N, Res) :-
```

```
36 fibHelp(N, Res, 1, 1).
37
38 goal
39 % factorial(1, Answer).
40 % factorial(2, Answer).
41 % factorial(3, Answer).
42 % fibonacci(1, Answer).
43 fibonacci(3, Answer).
```

Вопрос: factorial(2, Answer).

№ шага	Состояние резольвенты, и вывод: дальнейшие действия (почему?)	Для каких термов запускается алгоритм унификации: T1=T2 и каков результат (и подстановка)	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (к чему приводит?)
0	factorial(2, Answer)  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для верхней подцели, с начала БЗ		Прямой ход. Запуск алгоритма унификации для верхней подцели, с начала БЗ
1	factorial(2, Answer) Резольвента не меняется (неуспешная унификация с заголовком)	factorial(2, Answer_)= factHelp(N, CurA, Res) Сравнение главных функторов: factorial=factHelp Унификация неуспешна	Прямой ход, переход к следующему предложению БЗ
2	...	...	...
3	factorial(2, Answer)  Верхняя подцель успешно унифицировалась с заголовком правила. Образование новой резольвенты:  1. Редукция верхней подцели: замена factorial(2, Answer) телом найденного правила: factHelp(N, 1, Res)  2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей. Новое состояние резольвенты: factHelp(2, 1, Res)  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для верхней подцели	factorial(2, Answer)= factorial(N, Res)  Сравнение главных функторов: factorial=factorial  Сравнение аргументов: 2=N, Answer=Res  Унификация успешна  Подстановка: {N=2}	Прямой ход. Новое состояние резольвенты
4	factHelp(2, 1, Answer)  Верхняя подцель успешно унифицировалась с заголовком правила. Образование новой резольвенты:  1. Редукция верхней подцели: замена factHelp(2, 1, Answer) телом найденного правила:  N < 2, Res = CurA, !.  2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей. Новое состояние резольвенты:  2 < 2, Res = 1, !.  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для верхней подцели	factHelp(2, 1, Answer)= factHelp(N, CurA, Res)  Сравнение главных функторов: factorialInner= factorialInner  Сравнение аргументов: 2=N, 1=CurA, Answer=Res  Унификация успешна  Подстановка: {N=2, CurA=1}	Прямой ход. Новое состояние резольвенты
5	2 < 2, Res = 1, !.  Верхняя подцель ложна.  Отмена последней редукции, восстановление предыдущего состояния резольвенты: factHelp(2, 1, Answer)	2 < 2  Ложь	Откат, который приводит к новому состоянию резольвенты и реконкретизации переменных, которые были конкретизированы на предыдущем шаге ({N=2, CurA=1})  переход к следующему предложению относительно шага 4
6	factHelp(2, 1, Answer)  Верхняя подцель успешно унифицировалась с заголовком правила. Образование новой резольвенты:  1. Редукция верхней подцели: замена factorialInner(2, 1, Answer) телом найденного правила:  NextA = CurA * N, NextN = N - 1, factHelp(NextN, NextA, Res).  2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей. Новое состояние резольвенты:  NextA = 1 * 2, NextN = 2 - 1, factHelp(NextN, NextA, Res).	factHelp(2, 1, Answer)= factHelp(N, CurA, Res)  Сравнение главных функторов: factorialInner= factorialInner  Сравнение аргументов: 2=N, 1=CurA, Answer=Res  Унификация успешна  Подстановка: {N=2, CurA=1}	Прямой ход. Новое состояние резольвенты

	Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для верхней подцели		
7	<p>NextA = 1 * 2, NextN = 2 - 1, factHelp(NextN, NextA, Res)</p> <p>Унификация успешна. Образование новой резольвенты: 1. Редукция верхней подцели: удаление NextA = 1 * 2 Новое состояние резольвенты:</p> <p>NextN = 2 - 1, factHelp(NextN, NextA, Res)</p> <p>2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей. Новое состояние резольвенты:</p> <p>NextN = 2 - 1, factHelp(NextN, 2, Res)</p> <p>Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для верхней подцели</p>	<p>NextA = 1 * 2</p> <p>Унификация успешна</p> <p>Подстановка: { NextA=2}</p>	Новое состояние резольвенты
8	<p>NextN = 2 - 1, factHelp(NextN, 2, Res)</p> <p>Унификация успешна. Образование новой резольвенты: 1. Редукция верхней подцели: удаление NextNumber = 2 - 1. Новое состояние резольвенты:</p> <p>factHelp(NextN, 2, Res)</p> <p>2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей. Новое состояние резольвенты:</p> <p>factHelp(1, 2, Res)</p> <p>Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для верхней подцели с начала БЗ</p>	<p>NextN = 2 - 1,</p> <p>Унификация успешна</p> <p>Подстановка: {NextN=1}</p>	Новое состояние резольвенты
9	<p>factHelp(1, 2, Answer)</p> <p>Верхняя подцель успешно унифицировалась с заголовком правила. Образование новой резольвенты:</p> <p>1. Редукция верхней подцели: замена factHelp(1, 2, Res) телом найденного правила:</p> <p>N &lt; 2, Res = CurA, !.</p> <p>2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей. Новое состояние резольвенты:</p> <p>1 &lt; 2, Res = 2, !.</p> <p>Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для верхней подцели</p>	<p>factHelp(1, 2, Answer)= factorialInner(N, CurA, Res)</p> <p>Сравнение главных функторов: factHelp= factHelp</p> <p>Сравнение аргументов: 1=N, 2=CurA, Answer=Res</p> <p>Унификация успешна</p> <p>Подстановка: {N=1, CurA=2}</p>	Прямой ход. Новое состояние резольвенты
10	<p>1 &lt; 2, Res = 2, !.</p> <p>Новое состояние резольвенты Res = 2, !.</p>	<p>1 &lt; 2, истина</p>	Новое состояние резольвенты
11	<p>Res = 2, !.</p>	<p>Res = 2,</p> <p>Унификация успешна</p> <p>Подстановка: {Res = 2}</p>	Новое состояние резольвенты

12	! восстановление предыдущего состояния резольвенты: factorial(2, Answer). Переход к следующему предложению относительно шага 3	!	Встречен системный предикат отсечения, который запрещает использование других правил процедуры factHelp  Решение найдено: формируется подстановка {Answer=2} в качестве побочного эффекта.
13	factorial(2, Answer) Резольвента не меняется (неуспешная унификация с заголовком)	factorial(2, Answer)= fibHelp(N, Res, _, PrevA) Сравнение главных функторов: factorial= fibHelp Унификация неуспешна	Прямой ход, переход к следующему предложению БЗ
14-15	...	...	...
			Конец БЗ, завершение работы

Вопрос: fibonacci(3, Answer\_)

№ шага	Состояние резольвенты, и вывод: дальнейшие действия (почему?)	Для каких термов запускается алгоритм унификации: T1=T2 и каков результат (и подстановка)	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (к чему приводит?)
0	fibonacci(3, Answer) Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для верхней подцели, с начала БЗ		Прямой ход. Запуск алгоритма унификации для верхней подцели, с начала БЗ
1	fibonacci(3, Answer) Резольвента не меняется (неуспешная унификация с заголовком)	fibonacci(3, Answer) = factHelp(N, CurA, Res)  Сравнение главных функторов: fibonacci = factHelp Унификация неуспешна (несовпадение главных функторов)	Прямой ход, переход к следующему предложению БЗ
2-5	...	...	...
6	fibonacci(3, Answer)  Верхняя подцель успешно унифицировалась с заголовком правила. Образование новой резольвенты:  1. Редукция верхней подцели: замена fibonacci(3, Answer) телом найденного правила:  fibHelp(N, Res, 1, 1).  2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей. Новое состояние резольвенты:  fibHelp(3, Res, 1, 1).  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для верхней подцели	fibonacci(3, Answer)= fibonacci(N, Res)  Сравнение главных функторов: fibonacci = fibonacci  Сравнение аргументов: 3=N, Answer=Res  Унификация успешна  Подстановка: {Number=3}	Прямой ход. Новое состояние резольвенты
...	...	...	...
7	fibonacciInner(3, Res, 1, 1).  Верхняя подцель успешно унифицировалась с заголовком правила. Образование новой резольвенты:  1. Редукция верхней подцели: замена fibHelp(3, Res, 1, 1) телом найденного правила:  N < 3, Res = PrevA, !.  2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей. Новое состояние резольвенты:  3 < 3, Res = 1, !.	fibHelp(3, Res, 1, 1)= fibHelp(N, Res, _, PrevA)  Унификация успешна  Подстановка: {N=3, PrevA=1}	

	Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для верхней подцели		
8	$3 < 3$ , $Res = 1$ , $!$ .  Верхняя подцель ложна.  Отмена последней редукции, восстановление предыдущего состояния резольвенты: $fibHelp(3, Res, 1, 1)$ .	$3 < 3$  Ложь	Откат, который приводит к новому состоянию резольвенты и реконкретизации переменных, которые были конкретизированы на предыдущем шаге ( $\{N=3, PrevA=1\}$ )  переход к следующему предложению относительно шага 7
9	$fibHelp(3, Res, 1, 1)$ . Верхняя подцель успешно унифицировалась с заголовком правила. Образование новой резольвенты:  1. Редукция верхней подцели: замена $fibHelp(3, Res, 1, 1)$ телом найденного правила:  $NextN = N - 1$ , $NewPrev = PPA + PrevA$ , $fibHelp(NextN, Res, PrevA, NewPrev)$  2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей. Новое состояние резольвенты:  $NextN = 3 - 1$ , $NewPrev = 1 + 1$ , $fibHelp(NextN, Res, 1, NewPrev)$  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для верхней подцели	$fibHelp(3, Res, 1, 1) = fibHelp(N, Res, PPA, PrevA)$  Унификация успешна  Подстановка: $\{N=3, PPA=1, PrevA=1\}$	Прямой ход. Новое состояние резольвенты
...			
14	$fibHelp(2, Res, 1, 2)$ Верхняя подцель успешно унифицировалась с заголовком правила. Образование новой резольвенты:  1. Редукция верхней подцели: замена $fibHelp(3, Res, 1, 1)$ телом найденного правила:  $N < 3$ , $Res = PrevA$ , $!$ .  2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей. Новое состояние резольвенты:  $2 < 3$ , $Res = 2$ , $!$ .  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для верхней подцели	$fibHelp(2, Res, 1, 2) = fibHelp(N, Res, \_, PrevA)$  Унификация успешна  Подстановка: $\{N=2, PrevA=2\}$	Прямой ход. Новое состояние резольвенты
...			
17	$!$  восстановление предыдущего состояния резольвенты: $fibonacci(3, Answer)$ Переход к следующему предложению относительно шага 6	$!$	Встречен системный предикат отсечения, который запрещает использование других правил процедуры $fibonacciInner$  Решение найдено: формируется подстановка $\{Answer\_ = FinalAnswer=2\}$ в качестве побочного эффекта.
18	$fibonacci(3, Answer)$		Конец БЗ, опустошение резольвенты, завершение работы