



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»

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ \_\_\_\_\_ «09.03.04 Программная инженерия»

## ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №16

Название: \_\_\_\_\_ Рекурсия на Prolog

Дисциплина: \_\_\_\_\_ Функциональное и логическое программирование

Студент	<u>ИУ7-64Б</u>	_____	<u>С. Д. Параскун</u>
	Группа	Подпись, дата	И. О. Фамилия

Преподаватель	_____	<u>Н. Б. Толпинская</u>
	Подпись, дата	И. О. Фамилия

Преподаватель	_____	<u>Ю. В. Строганов</u>
	Подпись, дата	И. О. Фамилия

Москва, 2022 г.

# 1 Практическое задание

## 1.1 Задание

Используя хвостовую рекурсию, разработать программу, позволяющую найти:

- $n!$ ;
- $n$ -е число Фибоначчи.

Убедиться в правильности результатов.

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

## 1.2 Код программы

```
1 predicates
2
3     factorialIter(integer, integer, integer).
4     factorial(integer, integer).
5     fibonIter(integer, integer, integer, integer).
6     fibon(integer, integer).
7
8 clauses
9
10    factorialIter(N, Res, IterRes) :- N = 0, !, Res = IterRes.
11    factorialIter(N, Res, IterRes) :- N > 0, NewN = N - 1,
12        NewIterRes = N * IterRes,
13    factorialIter(NewN, Res, NewIterRes).
14    factorial(N, Res) :- factorialIter(N, Res, 1).
15
16    fibonIter(N, Res, FNum, _) :- N = 0, !, Res = FNum.
17    fibonIter(N, Res, _, SNum) :- N = 1, !, Res = SNum.
18    fibonIter(N, Res, FNum, SNum) :- N > 1, NewN = N - 1,
19        NewFNum = SNum, NewSNum = FNum + SNum,
20    fibonIter(NewN, Res, NewFNum, NewSNum).
21    fibon(N, Res) :- fibonIter(N, Res, 0, 1).
```

22	
23	goal
24	
25	factorial(4, Res).
26	%fibon(7, Res).

## 1.3 Таблицы выполнения программы

Запрос для задания factorial(3, Res).

№ шага	Состояния резольвенты и вывод: дальнейшие действия (почему?)	Для каких термов запускается алгоритм унификации: T1=T2 и каков результат (подстановка)	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (почему и к чему приводит?)
1	Резольвента: ○ factorial(3, Res)	factorial(3, Res) = factorialIter(N, Res, IterRes). Унификация неуспешна	Прямой ход, переход к следующему предложению
2	...	...	...
3	Резольвента: ○ factorialIter(3, Res, 1)	factorial(3, Res) = factorial(N, Res). Унификация успешна <b>Подстановка:</b> {N=3, Res=Res}	Прямой ход, решение цели резольвенты
4	Резольвента: ○ 3 = 0, ○ !, ○ Res = 1, ○ !	factorialIter(3, Res, 1) = factorialIter(N, Res, IterRes). Унификация успешна <b>Подстановка:</b> {N=3, Res=Res, IterRes=1}	Прямой ход, решение цели резольвенты
5	Резольвента: ○ !, ○ Res = 1, ○ !	3 = 0. Ложь	Откат, переход к следующему шагу относительно 4

№ ша-га	Состояния резольвенты и вывод: дальнейшие действия (почему?)	Для каких термов запускается алгоритм унификации: T1=T2 и каков результат (подстановка)	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (почему и к чему приводит?)
6	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>3 &gt; 0</math>,</li> <li>○ <math>NewN = 3 - 1</math>,</li> <li>○ <math>NewIterRes = 3 * 1</math>,</li> <li>○ <math>factorialIter(NewN, Res, NewIterRes)</math></li> </ul>	$factorialIter(3, Res, 1) = factorialIter(N, Res, IterRes)$ . Унификация успешна <b>Подстановка:</b> $\{N=3, Res=Res, IterRes=1\}$	Прямой ход, решение цели резольвенты
7	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>NewN = 3 - 1</math>,</li> <li>○ <math>NewIterRes = 3 * 1</math>,</li> <li>○ <math>factorialIter(NewN, Res, NewIterRes)</math></li> </ul>	$3 > 0$ . Правда	Прямой ход, решение цели резольвенты
8	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>NewIterRes = 3 * 1</math>,</li> <li>○ <math>factorialIter(2, Res, NewIterRes)</math></li> </ul>	$NewN = 3 - 1$ . <b>Подстановка:</b> $\{N=3, Res=Res, IterRes=1, NewN=2\}$	Прямой ход, решение цели резольвенты
9	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>factorialIter(2, Res, 3)</math></li> </ul>	$NewIterRes = 3 * 1$ . <b>Подстановка:</b> $\{N=3, Res=Res, IterRes=1, NewN=2, NewIterRes=3\}$	Прямой ход, решение цели резольвенты
10	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>2 = 0</math>,</li> <li>○ <math>!</math>,</li> <li>○ <math>Res = 3</math>,</li> <li>○ <math>!</math></li> </ul>	$factorialIter(2, Res, 3) = factorialIter(N, Res, IterRes)$ . Унификация успешна <b>Подстановка:</b> $\{N=3, Res=Res, IterRes=1, NewN=2, NewIterRes=3, N=2, Res=Res, IterRes=3\}$	Прямой ход, решение цели резольвенты

№ ша-га	Состояния резольвенты и вывод: дальнейшие действия (почему?)	Для каких термов запускается алгоритм унификации: T1=T2 и каков результат (подстановка)	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (почему и к чему приводит?)
11	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ !,</li> <li>◦ Res = 3,</li> <li>◦ !</li> </ul>	2 = 0. Ложь	Откат, переход к следующему шагу относительно 10
12	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 2 &gt; 0,</li> <li>◦ NewN = 2 - 1,</li> <li>◦ NewIterRes = 2 * 3,</li> <li>◦ factorialIter(NewN, Res, NewIterRes)</li> </ul>	factorialIter(2, Res, 3) = factorialIter(N, Res, IterRes). Унификация успешна <b>Подстановка:</b> {N=3, Res=Res, IterRes=1, NewN=2, NewIterRes=3, N=2, Res=Res, IterRes=3}	Прямой ход, решение цели резольвенты
13	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ NewN = 2 - 1,</li> <li>◦ NewIterRes = 2 * 3,</li> <li>◦ factorialIter(NewN, Res, NewIterRes)</li> </ul>	2 > 0. Правда	Прямой ход, решение цели резольвенты
14	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ NewIterRes = 2 * 3,</li> <li>◦ factorialIter(1, Res, NewIterRes)</li> </ul>	NewN = 2 - 1. <b>Подстановка:</b> {N=3, Res=Res, IterRes=1, NewN=2, NewIterRes=3, N=2, Res=Res, IterRes=3, NewN=1}	Прямой ход, решение цели резольвенты
15	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ factorialIter(1, Res, 6)</li> </ul>	NewIterRes = 2 * 3. <b>Подстановка:</b> {N=3, Res=Res, IterRes=1, NewN=2, NewIterRes=3, N=2, Res=Res, IterRes=3, NewN=1, NewIterRes=6}	Прямой ход, решение цели резольвенты

№ ша-га	Состояния резольвенты и вывод: дальнейшие действия (почему?)	Для каких термов запускается алгоритм унификации: T1=T2 и каков результат (подстановка)	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (почему и к чему приводит?)
16	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>1 = 0</math>,</li> <li>○ <math>!</math>,</li> <li>○ <math>\text{Res} = 6</math>,</li> <li>○ <math>!</math></li> </ul>	factorialIter(1, Res, 6) = factorialIter(N, Res, IterRes). Унификация успешна <b>Подстановка:</b> {..., NewN=1, NewIterRes=6, N=1, Res=Res, IterRes=6}	Прямой ход, решение цели резольвенты
17	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>!</math>,</li> <li>○ <math>\text{Res} = 6</math>,</li> <li>○ <math>!</math></li> </ul>	$1 = 0$ . Ложь	Откат, переход к следующему предложению относительно 16
18	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>1 &gt; 0</math>,</li> <li>○ <math>\text{NewN} = 1 - 1</math>,</li> <li>○ <math>\text{NewIterRes} = 1 * 6</math>,</li> <li>○ factorialIter(NewN, Res, NewIterRes)</li> </ul>	factorialIter(1, Res, 6) = factorialIter(N, Res, IterRes). Унификация успешна <b>Подстановка:</b> {..., NewN=1, NewIterRes=6, N=1, Res=Res, IterRes=6}	Прямой ход, решение цели резольвенты
19	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>\text{NewN} = 1 - 1</math>,</li> <li>○ <math>\text{NewIterRes} = 1 * 6</math>,</li> <li>○ factorialIter(NewN, Res, NewIterRes)</li> </ul>	$1 > 0$ . Правда	Прямой ход, решение цели резольвенты
20	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>\text{NewIterRes} = 1 * 6</math>,</li> <li>○ factorialIter(0, Res, NewIterRes)</li> </ul>	$\text{NewN} = 1 - 1$ . <b>Подстановка:</b> {..., NewIterRes=6, N=1, Res=Res, IterRes=6, NewN=0}	Прямой ход, решение цели резольвенты

№ ша-га	Состояния резольвенты и вывод: дальнейшие действия (почему?)	Для каких термов запускается алгоритм унификации: T1=T2 и каков результат (подстановка)	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (почему и к чему приводит?)
21	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>factorialIter(0, Res, 6)</li> </ul>	NewIterRes = 1 * 6. <b>Подстановка:</b> {..., N=1, Res=Res, IterRes=6, NewN=0, NewIterRes=6}	Прямой ход, решение цели резольвенты
22	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>0 = 0,</li> <li>!</li> <li>Res = 6,</li> <li>!</li> </ul>	factorialIter(0, Res, 6) = factorialIter(N, Res, IterRes). Унификация успешна <b>Подстановка:</b> {..., NewN=1, NewIterRes=6, N=1, Res=Res, IterRes=6, N=0, Res=Res, IterRes=6}	Прямой ход, решение цели резольвенты
23	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>!</li> <li>Res = 6 ,</li> <li></li> </ul>	0 = 0. Правда	Прямой ход, решение цели резольвенты
24	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>Res = 6,</li> <li>!</li> </ul>	!. Отсечение 22, 23	Прямой ход, решение цели резольвенты
25	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>!</li> </ul>	Res = 6. <b>Подстановка:</b> {..., N=0, Res=6, IterRes=6}	Прямой ход, решение цели резольвенты
26	Резольвента: пуста <b>Вывод:</b> Res=6	!. Отсечение 22-25	Откат к пункту 22, завершение работы

Запрос для задания fibon(3, Res).

№ ша-га	Состояния резольвенты и вывод: дальнейшие действия (почему?)	Для каких термов запускается алгоритм унификации: T1=T2 и каков результат (подстановка)	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (почему и к чему приводит?)
1	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>fibon(3, Res)</li> </ul>	fibon(3, Res) = factorialIter(N, Res, IterRes). Унификация неуспешна	Прямой ход, переход к следующему предложению
2-6	...	...	...

№ ша-га	Состояния резольвенты и вывод: дальнейшие действия (почему?)	Для каких термов запускается алгоритм унификации: T1=T2 и каков результат (подстановка)	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (почему и к чему приводит?)
7	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>fibonIter(3, Res, 0, 1)</li> </ul>	fibon(3, Res) = fibon(N, Res). Унификация успешна <b>Подстановка:</b> {N=3, Res=Res}	Прямой ход, решение цели резольвенты
8	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>fibonIter(3, Res, 0, 1)</li> </ul>	fibonIter(3, Res, 0, 1) = factorialIter(N, Res, IterRes). Унификация неуспешна	Прямой ход, переход к следующему предложению
9-10	...	...	...
11	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>3 = 0,</li> <li>!,</li> <li>Res = 0,</li> <li>!</li> </ul>	fibonIter(3, Res, 0, 1) = fibonIter(N, Res, FNum, _). Унификация успешна <b>Подстановка:</b> {N=3, Res=Res, N=3, Res=Res, FNum=0}	Прямой ход, решение цели резольвенты
12	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>!,</li> <li>Res = 0,</li> <li>!</li> </ul>	3 = 0. Ложь	Откат, переход к следующему предложению относительно 11
13	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>3 = 1,</li> <li>!,</li> <li>Res = 1,</li> <li>!</li> </ul>	fibonIter(3, Res, 0, 1) = fibonIter(N, Res, _, SNum). Унификация успешна <b>Подстановка:</b> {N=3, Res=Res, N=3, Res=Res, SNum=1}	Прямой ход, решение цели резольвенты
14	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>!,</li> <li>Res = 1,</li> <li>!</li> </ul>	3 = 1. Ложь	Откат, переход к следующему предложению относительно 13



№ ша-га	Состояния резольвенты и вывод: дальнейшие действия (почему?)	Для каких термов запускается алгоритм унификации: T1=T2 и каков результат (подстановка)	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (почему и к чему приводит?)
15	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <math>3 &gt; 1</math>,</li> <li>◦ <math>NewN = 3 - 1</math>,</li> <li>◦ <math>NewFNum = 1</math>,</li> <li>◦ <math>NewSNum = 0 + 1</math>,</li> <li>◦ <math>fibonIter(NewN, Res, NewFNum, NewSNum)</math></li> </ul>	$fibonIter(3, Res, 0, 1) = fibonIter(N, Res, FNum, SNum)$ . Унификация успешна <b>Подстановка:</b> $\{N=3, Res=Res, N=3, Res=Res, FNum=0, SNum=1\}$	Прямой ход, решение цели резольвенты
16	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <math>NewN = 3 - 1</math>,</li> <li>◦ <math>NewFNum = 1</math>,</li> <li>◦ <math>NewSNum = 0 + 1</math>,</li> <li>◦ <math>fibonIter(NewN, Res, NewFNum, NewSNum)</math></li> </ul>	$3 > 1$ . Правда	Прямой ход, решение цели резольвенты
17	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <math>NewFNum = 1</math>,</li> <li>◦ <math>NewSNum = 0 + 1</math>,</li> <li>◦ <math>fibonIter(2, Res, NewFNum, NewSNum)</math></li> </ul>	$NewN = 3 - 1$ <b>Подстановка:</b> $\{N=3, Res=Res, N=3, Res=Res, FNum=0, SNum=1, NewN=2\}$	Прямой ход, решение цели резольвенты
18	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <math>NewSNum = 0 + 1</math>,</li> <li>◦ <math>fibonIter(2, Res, 1, NewSNum)</math></li> </ul>	$NewFNum = 1$ <b>Подстановка:</b> $\{N=3, Res=Res, N=3, Res=Res, FNum=0, SNum=1, NewN=2, NewFNum=1\}$	Прямой ход, решение цели резольвенты
19	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <math>fibonIter(2, Res, 1, 1)</math></li> </ul>	$NewSNum = 0 + 1$ <b>Подстановка:</b> $\{N=3, Res=Res, N=3, Res=Res, FNum=0, SNum=1, NewN=2, NewFNum=1, NewSNum=1\}$	Прямой ход, решение цели резольвенты

№ ша-га	Состояния резольвенты и вывод: дальнейшие действия (почему?)	Для каких термов запускается алгоритм унификации: T1=T2 и каков результат (подстановка)	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (почему и к чему приводит?)
20-26	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>fibonIter(2, Res, 1, 1)</li> </ul>	Аналогично пунктам 8-14	
27	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>2 &gt; 1</math>,</li> <li><math>NewN = 2 - 1</math>,</li> <li><math>NewFNum = 1</math>,</li> <li><math>NewSNum = 1 + 1</math>,</li> <li>fibonIter(NewN, Res, NewFNum, NewSNum)</li> </ul>	fibonIter(2, Res, 1, 1) = fibonIter(N, Res, FNum, SNum). Унификация успешна <b>Подстановка:</b> {N=3, Res=Res, N=3, Res=Res, FNum=0, SNum=1, NewN=2, NewFNum=1, NewSNum=1, N=2, Res=Res, FNum=1, SNum=1}	Прямой ход, решение цели резольвенты
28	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>NewN = 2 - 1</math>,</li> <li><math>NewFNum = 1</math>,</li> <li><math>NewSNum = 1 + 1</math>,</li> <li>fibonIter(NewN, Res, NewFNum, NewSNum)</li> </ul>	$2 > 1$ . Правда	Прямой ход, решение цели резольвенты
29	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>NewFNum = 1</math>,</li> <li><math>NewSNum = 1 + 1</math>,</li> <li>fibonIter(1, Res, NewFNum, NewSNum)</li> </ul>	$NewN = 2 - 1$ <b>Подстановка:</b> {N=3, Res=Res, N=3, Res=Res, FNum=0, SNum=1, NewN=2, NewFNum=1, NewSNum=1, N=2, Res=Res, FNum=1, SNum=1, NewN=1}	Прямой ход, решение цели резольвенты
30	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>NewSNum = 1 + 1</math>,</li> <li>fibonIter(1, Res, 1, NewSNum)</li> </ul>	$NewFNum = 1$ <b>Подстановка:</b> {..., N=2, Res=Res, FNum=1, SNum=1, NewN=1, NewFNum=1}	Прямой ход, решение цели резольвенты

№ ша-га	Состояния резольвенты и вывод: дальнейшие действия (почему?)	Для каких термов запускается алгоритм унификации: T1=T2 и каков результат (подстановка)	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (почему и к чему приводит?)
31	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>fibonIter(1, Res, 1, 2)</li> </ul>	NewSNum = 1 + 1 <b>Подстановка:</b> {..., N=2, Res=Res, FNum=1, SNum=1, NewN=1, NewFNum=1, NewSNum=2}	Прямой ход, решение цели резольвенты
32-36	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>fibonIter(1, Res, 1, 2)</li> </ul>	Аналогично пунктам 8-12	
37	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>1 = 1,</li> <li>!</li> <li>Res = 2,</li> <li>!</li> </ul>	fibonIter(1, Res, 1, 2) = fibonIter(N, Res, _, SNum). Унификация успешна <b>Подстановка:</b> {..., N=2, Res=Res, FNum=1, SNum=1, NewN=1, NewFNum=1, NewSNum=2, N=1, Res=Res, SNum=2}	Прямой ход, решение цели резольвенты
38	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>!</li> <li>Res = 2,</li> <li>!</li> </ul>	1 = 1. Правда	Прямой ход, решение цели резольвенты
39	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>Res = 2,</li> <li>!</li> </ul>	!. Отсечение 37, 38	Прямой ход, решение цели резольвенты
40	Резольвента: <ul style="list-style-type: none"> <li>!</li> </ul>	Res = 2 <b>Подстановка:</b> {..., N=2, Res=2, FNum=1, SNum=1, NewN=1, NewFNum=1, NewSNum=2}	Прямой ход, решение цели резольвенты
41	Резольвента: пуста <b>Вывод:</b> Res=2	!. Отсечение 37-40	Откат к пункту 37, завершение работы