



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
к лабораторной работе №16
*По курсу: «Функциональное и логическое
программирование»*
Тема: «Рекурсия на Prolog»

Студент: Зайцева А. А.
Группа: ИУ7-62Б
Преподаватели: Толпинская Н. Б.,
Строганов Ю. В.

Москва, 2022 г.

Практическая часть

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!

```
predicates
    factorial(integer, integer).
    factorialInner(integer, integer, integer).

    fibbonachi(integer, integer).
    fibbonachiInner(integer, integer, integer, integer).

clauses
    factorialInner(Number, CurAnswer, FinalAnswer) :-
        Number < 2, FinalAnswer = CurAnswer, !.

    factorialInner(Number, CurAnswer, FinalAnswer) :-
        NextAnswer = CurAnswer * Number,
        NextNumber = Number - 1,
        factorialInner(NextNumber, NextAnswer, FinalAnswer).

    factorial(Number, Answer) :-
        factorialInner(Number, 1, Answer).

    fibbonachiInner(Number, FinalAnswer, _, PrevAnswer) :-
        Number < 3, FinalAnswer = PrevAnswer, !.

    fibbonachiInner(Number, FinalAnswer, PrevPrevAnswer, PrevAnswer) :-
        NextNumber = Number - 1,
        NextPrev = PrevPrevAnswer + PrevAnswer,
        fibbonachiInner(NextNumber, FinalAnswer, PrevAnswer, NextPrev).

    fibbonachi(Number, Answer) :-
        fibbonachiInner(Number, Answer, 1, 1).

goal
    % factorial(1, Answer_).
    % Answer_=1
    % 1 Solution

    % factorial(2, Answer_).
    % Answer_=2
    % 1 Solution

    % factorial(3, Answer_).
    % Answer_=6
    % 1 Solution

    % fibbonachi(1, Answer_).
    % Answer_=1
    % 1 Solution

    fibbonachi(4, Answer_).
    % Answer_=3
    % 1 Solution
```

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_)= factorialInner(Number, CurAnswer, FinalAnswer) Сравнение главных функторов: factorial=factorialInner 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: factorialInner(Number, 1, Answer) 2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей. Новое состояние резольвенты: factorialInner(2, 1, Answer) Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для верхней подцели	factorial(2, Answer_)= factorialInner(Number, Answer) Сравнение главных функторов: factorial=factorial Сравнение аргументов: 2=Number, Answer_=Answer Унификация успешна Подстановка: {Number=2}	Прямой ход. Новое состояние резольвенты
4	factorialInner(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: Number < 2, FinalAnswer = CurAnswer, !. 2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей. Новое состояние резольвенты: 2 < 2, FinalAnswer = 1, !. Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для верхней подцели	factorialInner(2, 1, Answer)= factorialInner(Number, CurAnswer, FinalAnswer) Сравнение главных функторов: factorialInner= factorialInner Сравнение аргументов: 2=Number, 1=CurAnswer, Answer=FinalAnswer Унификация успешна Подстановка: {Number=2, CurAnswer=1}	Прямой ход. Новое состояние резольвенты
5	2 < 2, FinalAnswer = 1, !. Верхняя подцель ложна. Отмена последней редукции, восстановление предыдущего состояния резольвенты: factorialInner(2, 1, Answer)	2 < 2 Ложь	Откат, который приводит к новому состоянию резольвенты и реконкретизации переменных, которые были конкретизированы на предыдущем шаге ({Number=2, CurAnswer=1}) переход к следующему предложению относительно шага 4
6	factorialInner(2, 1, Answer) Верхняя подцель успешно унифицировалась с заголовком правила. Образование новой резольвенты: 1. Редукция верхней подцели: замена factorialInner(3, 1, Answer) телом найденного правила: NextAnswer = CurAnswer * Number, NextNumber = Number - 1, factorialInner(NextNumber, NextAnswer, FinalAnswer). 2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей. Новое состояние резольвенты: NextAnswer = 1 * 2, NextNumber = 2 - 1,	factorialInner(2, 1, Answer)= factorialInner(Number, CurAnswer, FinalAnswer) Сравнение главных функторов: factorialInner= factorialInner Сравнение аргументов: 2=Number, 1=CurAnswer, Answer=FinalAnswer Унификация успешна Подстановка: {Number=2, CurAnswer=1}	Прямой ход. Новое состояние резольвенты

	<p>factorialInner(NextNumber, NextAnswer, FinalAnswer).</p> <p>Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для верхней подцели</p>		
7	<p>NextAnswer = 1 * 2, NextNumber = 2 - 1, factorialInner(NextNumber, NextAnswer, FinalAnswer)</p> <p>Унификация успешна. Образование новой резольвенты: 1. Редукция верхней подцели: удаление NextAnswer = 1 * 2:</p> <p>NextNumber = 2 - 1, factorialInner(NextNumber, NextAnswer, FinalAnswer)</p> <p>2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей. Новое состояние резольвенты:</p> <p>NextNumber = 2 - 1, factorialInner(NextNumber, 2, FinalAnswer)</p> <p>Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для верхней подцели</p>	<p>NextAnswer = 1 * 2</p> <p>Унификация успешна</p> <p>Подстановка:{ NextAnswer=2}</p>	Новое состояние резольвенты
8	<p>NextNumber = 2 - 1, factorialInner(NextNumber, 2, FinalAnswer)</p> <p>Унификация успешна. Образование новой резольвенты: 1. Редукция верхней подцели: удаление NextNumber = 2 - 1:</p> <p>factorialInner(NextNumber, 2, FinalAnswer)</p> <p>2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей. Новое состояние резольвенты:</p> <p>factorialInner(1, 2, FinalAnswer)</p> <p>Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для верхней подцели с начала БЗ</p>	<p>NextNumber = 2 - 1,</p> <p>Унификация успешна</p> <p>Подстановка:{NextNumber=1}</p>	Новое состояние резольвенты
9	<p>factorialInner(1, 2, Answer)</p> <p>Верхняя подцель успешно унифицировалась с заголовком правила. Образование новой резольвенты:</p> <p>1. Редукция верхней подцели: замена factorialInner(1, 2, Answer) телом найденного правила:</p> <p>Number < 2, FinalAnswer = CurAnswer, !.</p> <p>2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей. Новое состояние резольвенты:</p> <p>1 < 2, FinalAnswer = 2, !.</p> <p>Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для верхней подцели</p>	<p>factorialInner(1, 2, Answer)= factorialInner(Number, CurAnswer, FinalAnswer)</p> <p>Сравнение главных факторов: factorialInner= factorialInner</p> <p>Сравнение аргументов: 1=Number, 2=CurAnswer, Answer=FinalAnswer</p> <p>Унификация успешна</p> <p>Подстановка: {Number=1, CurAnswer=2}</p>	Прямой ход. Новое состояние резольвенты
10	<p>1 < 2, FinalAnswer = 2, !.</p> <p>Новое состояние резольвенты FinalAnswer = 2, !.</p>	<p>1 < 2, истина</p>	Новое состояние резольвенты
11	<p>FinalAnswer = 2, !.</p>	<p>FinalAnswer = 2,</p> <p>Унификация успешна</p> <p>Подстановка:{FinalAnswer = 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 factorialInner Решение найдено: формируется подстановка {Answer_=2} в качестве побочного эффекта.
13	factorial(2, Answer_) Резольвента не меняется (неуспешная унификация с заголовком)	factorial(2, Answer_)= fibonacciInner(Number, FinalAnswer, _, PrevAnswer) Сравнение главных функторов: factorial= fibonacciInner 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 пуста, 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_) = factorialInner(Number, CurAnswer, FinalAnswer) Сравнение главных функторов: fibonacci = factorialInner 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: fibonacciInner(Number, Answer, 1, 1). 2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей. Новое состояние резольвенты: fibonacciInner(3, Answer, 1, 1). Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для верхней подцели	fibonacci(3, Answer_)= fibonacciInner(Number, Answer) Сравнение главных функторов: fibonacci = fibonacciInner Сравнение аргументов: 3=Number, Answer_=Answer Унификация успешна Подстановка: {Number=3}	Прямой ход. Новое состояние резольвенты
...
7	fibonacciInner(3, Answer, 1, 1). Верхняя подцель успешно унифицировалась с заголовком правила. Образование новой резольвенты: 1. Редукция верхней подцели: замена fibonacciInner(3, Answer, 1, 1) телом найденного правила: Number < 3, FinalAnswer = PrevAnswer, !. 2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей. Новое состояние резольвенты:	fibonacciInner(3, Answer, 1, 1)= fibonacciInner(Number, FinalAnswer, _, PrevAnswer) Унификация успешна Подстановка: {Number=3, PrevAnswer=1}	

	$3 < 3$, $FinalAnswer = 1$, $!$. Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для верхней подцели		
8	$3 < 3$, $FinalAnswer = 1$, $!$. Верхняя подцель ложна. Отмена последней редукции, восстановление предыдущего состояния резольвенты: $fibonacciInner(3, Answer, 1, 1)$.	$3 < 3$ Ложь	Откат, который приводит к новому состоянию резольвенты и реконкретизации переменных, которые были конкретизированы на предыдущем шаге ($\{Number=3, PrevAnswer=1\}$) переход к следующему предложению относительно шага 7
9	$fibonacciInner(3, Answer, 1, 1)$. Верхняя подцель успешно унифицировалась с заголовком правила. Образование новой резольвенты: 1. Редукция верхней подцели: замена $fibonacciInner(3, Answer, 1, 1)$ телом найденного правила: $NextNumber = Number - 1$, $NextPrev = PrevPrevAnswer + PrevAnswer$, $fibonacciInner(NextNumber, FinalAnswer, PrevAnswer, NextPrev)$ 2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей. Новое состояние резольвенты: $NextNumber = 3 - 1$, $NextPrev = 1 + 1$, $fibonacciInner(NextNumber, FinalAnswer, 1, NextPrev)$ Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для верхней подцели	$fibonacciInner(3, Answer, 1, 1) = fibonacciInner(Number, FinalAnswer, PrevPrevAnswer, PrevAnswer)$ Унификация успешна Подстановка: $\{Number=3, PrevPrevAnswer=1, PrevAnswer=1\}$	Прямой ход. Новое состояние резольвенты
...			
14	$fibonacciInner(2, FinalAnswer, 1, 2)$ Верхняя подцель успешно унифицировалась с заголовком правила. Образование новой резольвенты: 1. Редукция верхней подцели: замена $fibonacciInner(3, Answer, 1, 1)$ телом найденного правила: $Number < 3$, $FinalAnswer = PrevAnswer$, $!$. 2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей. Новое состояние резольвенты: $2 < 3$, $FinalAnswer = 2$, $!$. Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для верхней подцели	$fibonacciInner(2, FinalAnswer, 1, 2) = fibonacciInner(Number, FinalAnswer, _, PrevAnswer)$ Унификация успешна Подстановка: $\{Number=2, PrevAnswer=2\}$	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