|  |  |
| --- | --- |
| Gerb-BMSTU_01 | **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» (ИУ7)**

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ **09.03.04 Программная инженерия**

**ОТЧЕТ**

|  |  |
| --- | --- |
| **по лабораторной работе №** | 16 |
|  |  |

**Дисциплина:** Функциональное и логическое программирование

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Студент | ИУ7-62Б |  |  | И. В. Козлова |
|  | (Группа) |  | (Подпись, дата) | (И.О. Фамилия) |
| Преподаватель |  |  |  | Н.Б.Толпинская |
|  |  |  | (Подпись, дата) | (И.О. Фамилия) |
| Преподаватель |  |  |  | Ю.В.Строганов |
|  |  |  | (Подпись, дата) | (И.О. Фамилия) |

Москва, 2022

**Лабораторная работа 16**

**Задание:** **Используя хвостовую рекурсию, разработать программу, позволяющую найти:**

1. **n!**,
2. **n-e** 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!

**Код программы:**

|  |
| --- |
| predicates  factorial(integer, integer).  factorial\_in(integer, integer, integer).  fibbo(integer, integer).  fibbo\_in(integer, integer, integer, integer).  clauses  factorial\_in(Number, Result, New\_res) :- Number <= 0, Result = New\_res, !.  factorial\_in(Number, Result, New\_res) :-  Temp\_res = New\_res \* Number,  Temp\_num = Number - 1,  factorial\_in(Temp\_num, Result, Temp\_res).  factorial(Number, Result) :- factorial\_in(Number, Result, 1).  fibbo\_in(Number, Result, Prev\_res, \_) :- Number < 2, Result = Prev\_res, !.  fibbo\_in(Number, Result, PrevPrev\_res, Prev\_res) :-  Temp\_num = Number - 1,  New\_prev = PrevPrev\_res + Prev\_res,  fibbo\_in(Temp\_num, Result, Prev\_res, New\_prev).  fibbo(Number, Result) :- fibbo\_in(Number, Result, 1, 1).  goal  factorial(1, Result\_); % 1  factorial(2, Result\_); % 2  factorial(3, Result\_); % 6  factorial(4, Result\_); % 24  factorial(5, Result\_); % 120  fibbo(1, Result\_); % 1  fibbo(2, Result\_); % 1  fibbo(3, Result\_); % 2  fibbo(4, Result\_); % 3  fibbo(5, Result\_); % 5  . |

Вопрос factorial(3, Result\_); % 6

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № шага | Состояние резольвенты, и вывод: дальнейшие действия (почему?) | Для каких термов запускается алгоритм унификации: Т1=Т2 и каков результат (и подстановка) | Дальнейшие действия: прямой ход или откат (к чему приводит?) |
| 1 | factorial(3, Result\_)  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | factorial(3, Result\_) = factorial\_in(Number, Result, New\_res) :- Number <= 0, Result = New\_res, !  Унификация неуспешна (несовпадение функторов) | Откат, переход к следующему предложению |
| 2 | … | … | … |
| 3 | factorial(3, Result\_)  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | factorial(3, Result\_) = factorial(Number, Result) :- factorial\_in(Number, Result, 1)  Унификация успешна  Подстановка: {Number = 3, Result = Result\_} | Формируется новое состояние резольвенты. Прямой ход |
| 4 | factorial\_in(3, Result\_, 1)  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | factorial\_in(3, Result\_, 1) = factorial\_in(Number, Result, New\_res) :- Number <= 1, Result = New\_res, !  Унификация успешна  Подстановка:  {Number = 3, Result = Result\_, New\_res = 1} | Формируется новое состояние резольвенты. Прямой ход |
| 5 | 3 <= 1,  Result\_ = 1,  !  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | Сравнение констант:  3 <= 1  Результат: ложь | Откат к предыдущему состоянию резольвенты  Новая подстановка: {Number = 3, Result = Result\_} |
| 6 | factorial\_in(3, Result\_, 1)  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | factorial\_in(3, Result\_, 1) = factorial\_in(Number, Result, New\_res) :- Temp\_res= New\_res \* Number, Temp\_num = Number - 1, factorial\_in(Temp\_num, Result, Temp\_res)  Унификация успешна  Подстановка: {Number = 3, Result = Result\_, New\_res = 1} | Формируется новое состояние резольвенты. Прямой ход |
| 7 | Temp\_res= 1 \* 3,  Temp\_num = 3 - 1,  factorial\_in(Temp\_num, Result\_, Temp\_res)  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | Унификация:  Temp\_res= 1 \* 3  Успех. Подстановка: {Temp\_res= 1 \* 3} | Формируется новое состояние резольвенты. Прямой ход |
| 8 | Temp\_num = 3 - 1,  factorial\_in(Temp\_num, Result\_, 3)  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | Унификация:  Temp\_num = 3 – 1  Успех. Подстановка: {Temp\_num = 2} | Формируется новое состояние резольвенты. Прямой ход |
| 9 | factorial\_in(2, Result\_, 3)  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | factorial\_in(2, Result\_, 3) = factorial\_in(Number, Result, New\_res) :- Number <= 1, Result = New\_res, !.  Унификация успешна  Подстановка: {Number = 2, Result = Result\_, New\_res = 3} | Формируется новое состояние резольвенты. Прямой ход |
| 10 | 2 <= 1,  Result\_ = 3,  !  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | Сравнение констант:  2 <= 1  Результат: ложь | Откат к предыдущему состоянию резольвенты  Новая подстановка: Подстановка: {Number = 2, Result = Result\_, New\_res = 3} |
| 11 | factorial\_in(2, Result\_, 3)  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | factorial\_in(2, Result\_, 3) = factorial\_in(Number, Result, New\_res) :- Temp\_res= New\_res \* Number, Temp\_num = Number - 1, factorial\_in(Temp\_num, Result, Temp\_res)  Унификация успешна  Подстановка: {Number = 2, Result = Result\_, New\_res = 3} | Формируется новое состояние резольвенты. Прямой ход |
| 12 | Temp\_res= 3 \* 2,  Temp\_num = 2 - 1,  factorial\_in(Temp\_num, Result, Temp\_res)  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | Унификация:  Temp\_res= 3 \* 2  Успех. Подстановка: {Temp\_res= 6} | Формируется новое состояние резольвенты. Прямой ход |
| 13 | Temp\_num = 2 - 1,  factorial\_in(Temp\_num, Result, 6)  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | Унификация:  Temp\_num = 2 – 1  Успех. Подстановка: {Temp\_num = 1} | Формируется новое состояние резольвенты. Прямой ход |
| 14 | factorial\_in(1, Result\_, 6)  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | factorial\_in(1, Result\_, 6) = factorial\_in(Number, Result, New\_res) :- Number <= 1, Result = New\_res, !.  Унификация успешна  Подстановка: {Number = 1, Result = Result\_, New\_res = 6} | Формируется новое состояние резольвенты. Прямой ход |
| 15 | 1 ≤ 1,  Result\_ = 6,  !  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | Сравнение констант:  1 <= 1  Результат: истина | Формируется новое состояние резольвенты. Прямой ход |
| 16 | Result\_ = 6,  !  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | Унификация:  Result\_ = 6  Подстановка: {Result\_ = 6} | Формируется новое состояние резольвенты. Прямой ход |
| 17 | !  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | Встречен системный предикат отсечения | Резольвента пуста.  Вывод: Result\_ = 6  Откат с отсечением остаточных предложений процедуры относительно шага 14  Новая подстановка: {Number = 2, Result = Result\_, New\_res = 3} |
| 25 | factorial\_in(2, Result\_, 3)  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | factorial\_in(2, Result\_, 3) = fibbo(Number, Result) :- fibbo\_in(Number, Result, 1, 1)  Унификация неуспешна (несовпадение функторов) | Конец БЗ достигнут. Откат, следующее предложение относительно пункта 6  Новая подстановка: {Number = 3, Result = Result\_, New\_res = 1} |
| 29 | factorial\_in(3, Result\_, 1)  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | factorial\_in(3, Result\_, 1) = fibbo(Number, Result) :- fibbo\_in(Number, Result, 1, 1)  Унификация неуспешна (несовпадение функторов) | Конец БЗ достигнут. Откат, следующее предложение относительно пункта 3  Подстановки более нет |
| 32 | factorial(3, Result\_)  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | factorial(3, Result\_) = fibbo(Number, Result) :- fibbo\_in(Number, Result, 1, 1)  Унификация неуспешна (несовпадение функторов) | Конец БЗ достигнут, завершение работы системы. |

Вопрос fibbo(3, Result\_); % 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № шага | Состояние резольвенты, и вывод: дальнейшие действия (почему?) | Для каких термов запускается алгоритм унификации: Т1=Т2 и каков результат (и подстановка) | Дальнейшие действия: прямой ход или откат (к чему приводит?) |
| 1 | fibbo(3, Result\_)  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | fibbo(3, Result\_) = factorial\_in(Number, Result, New\_res) :- Number <= 0, Result = New\_res, !  Унификация неуспешна (несовпадение функторов) | Откат, переход к следующему предложению |
| 2-5 | … | … | … |
| 6 | fibbo(3, Result\_)  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | fibbo(3, Result\_) = fibbo(Number, Result) :- fibbo\_in(Number, Result, 1, 1).  Унификация успешна  Подстановка: {Number = 3, Result = Result\_} | Формируется новое состояние резольвенты, прямой ход |
| 7 | fibbo\_in(3, Result\_, 1, 1)  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | fibbo\_in(3, Result\_, 1, 1) = factorial\_in(Number, Result, New\_res) :- Number <= 0, Result = New\_res, !  Унификация неуспешна (несовпадение функторов) | Откат, переход к следующему предложению |
| 8-9 | … | … | … |
| 10 | fibbo\_in(3, Result\_, 1, 1)  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | fibbo\_in(3, Result\_, 1, 1) = fibbo\_in(Number, Result, \_, Prev\_res) :- Number <= 2, Result = Prev\_res, !.  Унификация успешна  Подстановка: {Number = 3, Result = Result\_, Prev\_res = 1} | Формируется новое состояние резольвенты, прямой ход |
| 11 | 3 <= 2,  Result = 1,  !  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | Сравнение констант:  3 <= 2  Результат: ложь | Откат к предыдущему состоянию резольвенты  Новая подстановка: Подстановка: {Number = 3, Result = Result\_} |
| 12 | fibbo\_in(3, Result\_, 1, 1)  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | fibbo\_in(3, Result\_, 1, 1) = fibbo\_in(Number, Result, PrevPrev\_res, Prev\_res) :- Temp\_num = Number - 1, New\_prev = PrevPrev\_res + Prev\_res, fibbo\_in(Temp\_num, Result, Prev\_res, New\_prev).  Унификация успешна  Подстановка: {Number = 3, Result = Result\_, PrevPrev\_res = 1, Prev\_res = 1} | Формируется новое состояние резольвенты |
| 13 | Temp\_num = 3 - 1,  New\_prev = 1 + 1, fibbo\_in(Temp\_num, Result\_, 1, New\_prev)  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | Унификация:  Temp\_num = 3 – 1  Успех. Подстановка: {Temp\_num = 2} | Формируется новое состояние резольвенты |
| 14 | New\_prev = 1 + 1, fibbo\_in(Temp\_num, Result\_, 1, New\_prev)  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | Унификация:  New\_prev = 1 + 1  Успех. Подстановка: {New\_prev = 2} | Формируется новое состояние резольвенты |
| 15 | fibbo\_in(2, Result\_, 1, 2)  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | fibbo\_in(2, Result\_, 1, 1) = factorial\_in(Number, Result, New\_res) :- Number <= 0, Result = New\_res, !  Унификация неуспешна (несовпадение функторов) | Откат, следующее предложение |
| 16-17 | … | … | … |
| 18 | fibbo\_in(2, Result\_, 1, 2)  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | fibbo\_in(2, Result\_, 1, 2) = fibbo\_in(Number, Result, \_, Prev\_res) :- Number <= 2, Result = Prev\_res, !.  Унификация успешна  Подстановка: {Number = 2, Result = Result\_, Prev\_res = 2} | Формируется новое состояние резольвенты |
| 19 | 2 <= 2,  Result\_ = Prev\_res,  !  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | Сравнение констант:  2 <= 2  Результат: истина | Формируется новое состояние резольвенты |
| 20 | Result\_ = 2,  !  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | Унификация:  Result\_ = 2  Успех. Подстановка: {Result\_ = 2} | Формируется новое состояние резольвенты |
| 21 | !  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | Встречен системный предикат отсечения | Резольвента пуста.  Вывод: Result\_ = 2  Откат с отсечением остаточных предложений процедуры относительно шага 18  Новая подстановка: {Number = 2, Result = Result\_} |
| 22 | fibbo\_in(2, Result\_, 1, 2)  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | fibbo\_in(2, Result\_, 1, 2) = fibbo(Number, Result) :- fibbo\_in(Number, Result, 1, 1)  Унификация неуспешна (несовпадение функторов) | Конец БЗ достигнут. Откат, следующее предложение относительно шага 12  Подстановка: {Number = 3, Result = Result\_} |
| 23 | fibbo\_in(3, Result\_, 1, 1)  Резольвента непуста, запуск алгоритма унификации для подцели, извлекаемой из стека | fibbo\_in(3, Result\_, 1, 1) = fibbo(Number, Result) :- fibbo\_in(Number, Result, 1, 1)  Унификация неуспешна (несовпадение функторов) | Конец БЗ достигнут. Откат, следующее предложение относительно шага 6  Подстановки более нет |
| 24 | fibbo(3, Result\_) | - | Конец БЗ достигнут. Завершение работы системы |