



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»

**Лабораторная работа № 17**

Тема Формирование эффективных программ на Prolog

Студент Сушина А.Д.

Группа ИУ7-616

Оценка (баллы) \_\_\_\_\_

Преподаватель Толпинская Н.Б.

Москва.  
2020 г

№ шага	Состояние резольвенты, и вывод: дальнейшие действия (почему?)	Для каких термов запускается алгоритм унификации: $T1=T2$ и каков <b>результат</b> (и подстановка)	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (почему и к чему приводит?)
1...	...	...	Комментарий, вывод...
...	...	...	...

## Ответы на вопросы

- **Какое первое состояние резольвенты?**

Первое состояние резольвенты - заданный вопрос.

- **В каком случае система запускает алгоритм унификации? (т.е. Как эту необходимость на формальном уровне распознает система?)**

Процесс унификации запускается в случае, когда необходимо доказать какое-то утверждение. Если резольвента не пуста, есть, что доказывать. Также пользователь может запустить этот процесс вручную с помощью утверждения  $T1=T2$ .

- **Каково назначение использования алгоритма унификации?**

Унификация позволяет формализовать процесс логического вывода. Назначение - поиск знания, которое является ответом на конкретный вопрос.

- **Каков результат работы алгоритма унификации?**

Результат работы алгоритма унификации — ответ «да» или «нет», а также конкретизация переменных.

- **В каких пределах программы переменные уникальны?**

Именованные переменные уникальны в рамках одного предложения, т. е. в разных предложениях одно и то же имя переменной может использоваться для обозначения разных объектов. Анонимные переменные уникальны везде.

- **Как применяется подстановка, полученная с помощью алгоритма унификации?**

Если алгоритм унификации завершился успешно и найдена подстановка, соответствующие переменные конкретизируются полученными значениями.

- **Как изменяется резольвента?**

В процессе доказательства утверждений в резольвенте меняется. При изменении строится новая резольвента. По стековому принципу берется верхняя подцель и заменяется на тело подходящего правила. Затем применяется найденная на текущем этапе подстановка. Успешное завершение работы программы достигается, когда резольвента пуста.

- **В каких случаях запускается механизм отката?**

Механизм отката к предыдущему шагу выполняется в случае, когда унификация завершается тупиковой ситуацией (неудачей). Кроме того, механизм используется для того, чтобы получить все возможные ответы.

## Текст программы

predicates

max(real, real, real) %max uncat

max\_cat(real, real, real) %max cat

max(real, real, real, real) %max uncat

max\_cat(real, real, real, real) %max cat

clauses

max(X, Y, X):- X >= Y.

max(X, Y, Y):- X < Y.

max\_cat(X, Y, X):- X >= Y, !.

max\_cat(\_, Y, Y).

max(X, Y, Z, X):- X >= Y, X >= Z.

max(X, Y, Z, Y):- Y >= X, Y >= Z.

max(X, Y, Z, Z):- Z >= X, Z >= Y.

max\_cat(X, Y, Z, X):- X >= Y, X >= Z, !.

max\_cat(\_, Y, Z, Y):- Y >= Z, !.

max\_cat(\_, \_, Z, Z).

goal

%max(1, 2, Max).

%max(2, 1, Max).

%max\_cat(2, 1, Max).

%max(1, 5, 3, Max).

max\_cat(1, 5, 3, Max).

## Результаты работы программы

1. Максимум из двух чисел

а) без использования отсечения,

$$\max(1, 2, \text{Max}) \rightarrow \text{Max} = 2$$

в) с использованием отсечения;

$$\max\_cat(1, 2, \text{Max}) \rightarrow \text{Max} = 2$$

## 2. Максимум из трех чисел

а) без использования отсечения,

$$\max(1, 5, 3, \text{Max}) \rightarrow \text{Max} = 5$$

Обоснование необходимости каждого условия:

$\max(X, Y, Z, X)$ :-  $X \geq Y, X \geq Z$ .  $\rightarrow$  Необходимо проверить является ли X наибольшим.

$\max(X, Y, Z, Y)$ :-  $Y \geq X, Y \geq Z$ .  $\rightarrow$  Необходимо проверить, что  $Y > X$ , т. к. даже если предыдущий шаг выполнен успешно, программа продолжит работу. Без этого условия, Y будет ответом, например в случае  $X=3, Y=2, Z=1$ , что неверно.

$\max(X, Y, Z, Z)$ :-  $Z \geq X, Z \geq Y$ . Необходимо проверить что Z больше двух других переменных, так как программа продолжит выполнение даже если предыдущие шаги выполнены успешно, что может привести к неверному результату.

в) с использованием отсечения;

$$\max\_cat(1, 5, 3, \text{Max}) \rightarrow \text{Max} = 5$$

Обоснование необходимости каждого условия:

$\max\_cat(X, Y, Z, X)$ :-  $X \geq Y, X \geq Z, !$ .  $\rightarrow$  Проверка что X наибольший. Если да, то отсекаем.

$\max\_cat(\_, Y, Z, Y)$ :-  $Y \geq Z, !$ .  $\rightarrow$  Уже проверено, что X не максимальный, остается только проверить, что Y максимальный.

$\max\_cat(\_, \_, Z, Z)$ .  $\rightarrow$  X и Y не максимальные  $\rightarrow$  ответ Z.

## Таблица

Максимум из трех чисел

а) без использования отсечения,

Вопрос:  $\max(1, 5, 3, \text{Max})$ .

№ шага	Состояние резольвенты, и вывод: дальнейшие действия (почему?)	Для каких термов запускается алгоритм унификации: $T1=T2$ и каков <b>результат</b> (и подстановка)	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (почему и к чему приводит?)
1	$\max(1, 5, 3, \text{Max})$ В качестве первого состояния в резольвенту	$T1 = \max(1, 5, 3, \text{Max})$ $T2 = \max(X, Y, X)$ Попытка унификации	Переход к следующему предложению

	помещается вопрос	Унификация не успешна. Не совпадают арности термов	
	$\max(1, 5, 3, \text{Max})$	$T1 = \max(1, 5, 3, \text{Max})$ $T2 = \max(X, Y, Y)$ Попытка унификации Унификация не успешна. Не совпадают арности термов	Переход к следующему предложению
	$\max(1, 5, 3, \text{Max})$	$T1 = \max(1, 5, 3, \text{Max})$ $T2 = \max\_cat(X, Y, X)$ Попытка унификации Унификация не успешна. Разные функторы	Переход к следующему предложению
	$\max(1, 5, 3, \text{Max})$	$T1 = \max(1, 5, 3, \text{Max})$ $T2 = \max\_cat(\_, Y, Y)$ Попытка унификации Унификация не успешна. Разные функторы	Переход к следующему предложению
	$\max(1, 5, 3, \text{Max})$	$T1 = \max(1, 5, 3, \text{Max})$ $T2 = \max(X, Y, Z, X)$ Попытка унификации Унификация успешна. Подстановка: {X=1, Y=5, Z=3, Max=X}	Прямой ход.
2	$1 \geq 5$ $1 \geq 3$	$1 \geq 5$ – по	Откат
3	$\max(1, 5, 3, \text{Max})$	$T1 = \max(1, 5, 3, \text{Max})$ $T2 = \max(X, Y, Z, Y)$ Попытка унификации Унификация успешна. Подстановка: {X=1, Y=5,	Прямой ход.

		Z=3, Max=Y}	
4	5 >= 1 5 >= 3	5 >= 1 – yes	Прямой ход
5	5>=3	5>=3 -yes	Прямой ход
6	Резольвента пуста		Ответ найден Откат
7	max(1, 5, 3, Max)	T1= max(1, 5, 3, Max) T2 = max(X, Y, Z, Z) Попытка унификации Унификация успешна. Подстановка: {X=1, Y=5, Z=3, Max=Z}	Прямой ход.
8	3 >= 1 3 >= 5	3 >=1 – yes	Прямой ход
9	3 >= 5	3 >= 5 – no	Откат
10	max(1, 5, 3, Max)	T1= max(1, 5, 3, Max) T2 = max_cat(X, Y, Z, X) Попытка унификации Унификация не успешна. Разные функторы	Переход к следующему предложению
	max(1, 5, 3, Max)	T1= max(1, 5, 3, Max) T2 = max_cat(_, Y, Z, Y) Попытка унификации Унификация не успешна. Разные функторы	Переход к следующему предложению
	max(1, 5, 3, Max)	T1= max(1, 5, 3, Max) T2 = max_cat(_, _, Z, Z) Попытка унификации Унификация не успешна. Разные функторы	Переход к следующему предложению
	max(1, 5, 3, Max)	Все предложения просмотрены	Прямой ход
11	Пусто	Конец работы	Результат найден

в) с использованием отсечения;

Вопрос:  $\text{max\_cat}(1, 5, 3, \text{Max})$

№ шаг а	Состояние резольвенты, и вывод: дальнейшие действия (почему?)	Для каких термов запускается алгоритм унификации: $T1=T2$ и каков <b>результат</b> (и подстановка)	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (почему и к чему приводит?)
1	$\text{max\_cat}(1, 5, 3, \text{Max})$ В качестве первого состояния в резольвенту помещается вопрос	$T1 = \text{max\_cat}(1, 5, 3, \text{Max})$ $T2 = \text{max}(X, Y, X)$ Попытка унификации Унификация не успешна. Функторы не совпадают	Переход к следующему предложению
	$\text{max\_cat}(1, 5, 3, \text{Max})$	$T1 = \text{max\_cat}(1, 5, 3, \text{Max})$ $T2 = \text{max}(X, Y, Y)$ Попытка унификации Унификация не успешна. Функторы не совпадают	Переход к следующему предложению
	$\text{max\_cat}(1, 5, 3, \text{Max})$	$T1 = \text{max\_cat}(1, 5, 3, \text{Max})$ $T2 = \text{max\_cat}(X, Y, X)$ Попытка унификации Унификация не успешна. Аргументы не совпадают	Переход к следующему предложению
	$\text{max\_cat}(1, 5, 3, \text{Max})$	$T1 = \text{max\_cat}(1, 5, 3, \text{Max})$ $T2 = \text{max\_cat}(\_, Y, Y)$ Попытка унификации Унификация не успешна. Аргументы не совпадают	Переход к следующему предложению
	$\text{max\_cat}(1, 5, 3, \text{Max})$	$T1 = \text{max\_cat}(1, 5, 3, \text{Max})$ $T2 = \text{max}(X, Y, Z, X)$ Попытка унификации Унификация не успешна. Аргументы не совпадают	Переход к следующему предложению
	$\text{max\_cat}(1, 5, 3, \text{Max})$	$T1 = \text{max\_cat}(1, 5, 3, \text{Max})$ $T2 = \text{max}(X, Y, Z, Y)$ Попытка унификации Унификация не успешна. Аргументы не совпадают	Переход к следующему предложению
	$\text{max\_cat}(1, 5, 3, \text{Max})$	$T1 = \text{max\_cat}(1, 5, 3, \text{Max})$ $T2 = \text{max}(X, Y, Z, Z)$	Переход к следующему



		Попытка унификации Унификация не успешна. Аргументы не совпадают	предложению
	max_cat(1, 5, 3,Max)	T1= max_cat(1, 5, 3, Max) T2 = max_cat(X, Y, Z, X) Попытка унификации Унификация успешна. Подстановка : { X=1, Y=5, Z=3, Max=X}	Прямой ход
2	1 >= 5 1 >= 3 !	1>=5 -no	Откат
3	max_cat(1, 5, 3,Max)	T1= max_cat(1, 5, 3, Max) T2 = max_cat(_, Y, Z, Y) Попытка унификации Унификация успешна. Подстановка : { _=1, Y=5, Z=3, Max=Y}	Прямой ход
4	5 >= 3 !	5>=3 -yes	Прямой ход
5	!	! - указывает прологу отменить поиск альтернатив для целей до него	Прямой ход
6	Пусто	Конец	Результат найден

**Выводы:** за счет чего может быть достигнута эффективность работы системы

**Выводы:** Эффективность работы может быть достигнута за счет использования отсечений.

Таким образом можно сократить количество проверок, выполняемых программой и соответственно сократить количество шагов, необходимых для достижения результата. Это можно наблюдать на примере таблиц. Если в первом случае выполнялись все проверки и

результат был найден за 11 шагов, то во втором случае поиск результата был закончен при достижении отсечения и количество шагов составило 6.

### Замечания к лр 13

**№13 В таблице: Подстановка - Это множество – нотация: {...}!!**

Исправления на примере одной таблицы:

carbyphone("1", LASTNAME, MODEL, PRICE).

№ шага	Сравниваемые термы; результат; подстановка, если есть	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (к чему приводит?)
0	<p>Сравнение термина carbyphone("1", LASTNAME, MODEL, PRICE) с каждым термом из набора:</p> <p>person(petrov, "1", adress(moscow, lenina, 34, 12)).  person(ivanov, "154511", adress(moscow, kirova, 34, 32)).</p> <p>car(petrov, volvo, 1223122, red).  car(ivanov, lada, 3212112, blue).  car(petrov, lada, 232121222, blue).</p> <p>depositor(petrov,sberbank,1000, 12123213).  depositor(ivanov,alfa,20000, 111111111).</p> <p>При каждом сравнении унификация не успешна.</p>	После каждого сравнения происходит откат, затем переход к анализу следующего предложения.
1.	<p>Сравниваемые термы:</p> <p>T1 = carbyphone(PHONE, LASTNAME, MODEL, PRICE)  T2 = carbyphone("1", LASTNAME, MODEL, PRICE).</p> <p>Подстановка:  {PHONE = "1",  LASTNAME = LASTNAME,  MODEL = MODEL,  PRICE = PRICE}</p>	Прямой ход
2	<p>T1 = person(petrov, "1", adress(moscow, lenina, 34, 12)).  T2 = person(LASTNAME,"1", _ ).</p> <p>подстановка  {LASTNAME = petrov,  "1" = "1",  _ = adress(moscow, lenina, 34, 12)}</p>	Прямой ход
3	T1 = car(petrov, volvo, 1223122, red).	Ответ найден

	<p>T2 = car(petrov, MODEL, PRICE,_).</p> <p>Подстановка</p> <pre>{petrov = petrov,   model = volvo,   price = 1223122,   _ = red}</pre>	<p>Выводится</p> <p><b>lastname = petrov</b>  <b>model = volvo price = 1223122</b></p>
4.	<p>T1 = car(ivanov, lada, 3212112, blue).</p> <p>T2 = car(petrov, MODEL, PRICE,_).</p> <p>Petrov != ivanov</p>	Откат. Переход к следующему предложению.
5.	<p>T1 = car(petrov, lada, 232121222, blue).</p> <p>T2 = car(petrov, MODEL, PRICE,_).</p> <p>Термы унифицируются.</p> <p>Подстановка</p> <pre>{petrov = petrov,   model = lada,   price = 232121222,   _ = blue}</pre>	<p>Ответ найден</p> <p>выводится</p> <p><b>lastname = petrov</b>  <b>model =lada price = 232121222</b></p>
6	<p>Сравнение терма car(petrov, MODEL, PRICE,_) со всеми термами из:</p> <pre>depositor(petrov,sberbank,1000, 12123213).   depositor(ivanov,alfa,20000, 111111111).   carbyphone(PHONE,LASTNAME,MODEL,PRICE)   modelbyphone(PHONE, MODEL)   bynameandcity(LASTNAME, CITY, STREET, BANK, PHONE)</pre> <p>При каждом сравнении унификация не успешна.</p>	<p>После каждого сравнения происходит откат, затем переход к анализу следующего предложения.</p> <p>Все предложения проанализированы.</p> <p>Возврат к шагу 2.</p>
7	<p>T1 = person(ivanov, "154511", adress(moscow, kirova, 34, 32))</p> <p>T2 = person(LASTNAME,"1", _).</p> <p>"154511" != "1"</p>	Откат. Переход к следующему предложению.
8	<p>Сравнение терма person(LASTNAME,"1", _ ) со всеми термами из:</p> <pre>car(petrov, volvo, 1223122, red). car(ivanov, lada, 3212112, blue). car(petrov, lada, 232121222, blue). depositor(petrov,sberbank,1000, 12123213). depositor(ivanov,alfa,20000, 111111111).</pre>	<p>После каждого сравнения происходит откат, затем переход к анализу следующего предложения.</p> <p>Все предложения проанализированы.</p> <p>Возврат к шагу 1.</p>

	carbyphone(PHONE, LASTNAME, MODEL, PRICE) modelbyphone(PHONE, MODEL) bynameandcity(LASTNAME, CITY, STREET, BANK, PHONE) При каждом сравнении унификация не успешна.	
9	Сравнение термина carbyphone("1", LASTNAME, MODEL, PRICE) с каждым термом из набора: modelbyphone(PHONE, MODEL) bynameandcity(LASTNAME, CITY, STREET, BANK, PHONE) При каждом сравнении унификация не успешна.	После каждого сравнения происходит откат, затем переход к анализу следующего предложения. Все предложения проанализированы. Ответ найден. Завершение работы.

## Замечания к лр 14

### №14

Сушина А.Д. Группа ИУ7-616

В таблице:

Сравнение термины:

byModelColorFindPerson(lada, green, LASTNAME, CITY, PHONE, BANK).

byModelColorFindPerson(MODEL, COLOR, LASTNAME, CITY, PHONE, BANK)

Запускается алгоритм унификации. Унификация успешна. Model конкретизируется значением lada. Color конкретизируется значением blue. **Подстановка не полная!!**

1. byModelColorFindPerson(lada, green, LASTNAME, CITY, PHONE, BANK).

№ шага	Сравниваемые термины; результат; подстановка, если есть	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (к чему приводит?)
0	Сравнение терминов person(petrov, "1", adress(moscow, lenina, 34, 12)). person(petrov, "11211", adress(tyla, golovleva, 12, 1)). car(petrov, volvo, 1223122, red, moscow). car(petrov, volvo, 1223133, red, tyla). car(petrov, lada, 232121222, red, tyla). depositor(petrov, sberbank, 1000, 12123213, tyla). depositor(petrov, alfa, 10000, 121213, moscow). По очереди с термом <b>byModelColorFindPerson(lada, green, LASTNAME, CITY, PHONE, BANK).</b> При каждом сравнении унификация не успешна. .	После каждого сравнения происходит откат и переход к следующему предложению.
1	Сравнение термины: byModelColorFindPerson(lada, green, LASTNAME, CITY, PHONE,	Прямой ход

	<p>BANK).</p> <p>byModelColorFindPerson(MODEL, COLOR, LASTNAME, CITY, PHONE, BANK)</p> <p>Запускается алгоритм унификации. Унификация успешна. Model конкретизируется значением lada. Color конкретизируется значением blue.</p> <p>Подстановка:</p> <pre>{ MODEL=lada,   COLOR =green,   LASTNAME=LASTNAME,   CITY=CITY,   PHONE=PHONE,   BANK=BANK}</pre>	
2	<p>Сравнение термы</p> <p>person(petrov, "1", adress(moscow, lenina, 34, 12)).</p> <p>person(petrov, "11211", adress(tyla, golovleva, 12, 1)).</p> <p>с</p> <p>car(LASTNAME, lada, _,green, CITY)</p> <p>При каждом сравнении унификация неудачна</p>	После каждого сравнения переход к следующему предложению.
3	<p>Сравнение</p> <p>car(LASTNAME, lada, _,green, CITY)</p> <p>car(petrov, volvo, 1223122, red, moscow)</p> <p>Запускается алгоритм унификации.</p> <p>Унификация не успешна. Lada != volvo.</p>	Откат. Переход к следующему предложению
4	<p>Сравнение</p> <p>car(LASTNAME, lada, _,green, CITY)</p> <p>car(petrov, volvo, 1223133, red, tyla)</p> <p>Запускается алгоритм унификации.</p> <p>Унификация не успешна. Lada != volvo.</p>	Откат. Переход к следующему предложению
5.	<p>Сравнение</p> <p>car(LASTNAME, lada, _, green CITY)</p> <p>car(petrov, lada, 232121222, red, tyla).</p> <p>Запускается алгоритм унификации.</p> <p>Унификация не успешна. Red != green</p>	Откат. Переход к следующему предложению
6	<p>Сравнение термов</p> <p>depositor(petrov,sberbank,1000, 12123213, tyla).</p> <p>depositor(petrov,alfa,10000, 121213, moscow).</p> <p>byModelColorFindPerson(MODEL, COLOR, LASTNAME, CITY, PHONE, BANK)</p> <p>с car(LASTNAME, lada, _green, CITY)</p> <p>При каждом сравнении унификация не успешна.</p>	После каждого сравнения происходит откат и переход к следующему предложению
7	<p>Не осталось предложений для сравнений.</p>	Нет подходящих решений. Вывод информации на экран.

### Замечания к лр15

**Сушина А.Д. ИУ7-616**

## №15

7. ...На первом шаге система унифицирует терм-вопрос и **самый первый** терм в разделе **Это какой?**

Исправления:

7. Унификация каких термов запускается на **самом первом** шаге работы системы?

В начале работы программа выполняет унификацию терма-вопроса и всех предложений из базы знаний последовательно, до тех пор пока унификация не пройдет успешно. Таким образом, на первом шагу будет запущен алгоритм унификации для терма-вопроса и самым первым термом знания, который записан первым в тесте программы в разделе CLAUSES.

## №16

**Можно не писать отдельно знание про** father(...) и mother(...), **а** просто добавить признак пола – утверждение будет одно, обрабатываться будет за меньшее кол-во шагов. **Примите к сведению!**

Исправления не требуются.