



**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 № 4

По дисциплине «Функциональное и логическое программирование»

Студент: Тимонин А. С.

Группа ИУ7-626

Преподаватель Толпинская Н. Б.

Москва.
2020 г.

Практическая часть

Используя базу знаний, хранящую знания (лаб. 13):

- «**Телефонный справочник**»: Фамилия, №тел, Адрес – структура (Город, Улица, №дома, №кв),
- «**Автомобили**»: Фамилия_владельца, Марка, Цвет, Стоимость, и др.,
- «**Вкладчики банков**»: Фамилия, Банк, счет, сумма, др.

Владелец может иметь несколько телефонов, автомобилей, вкладов (Факты).

В разных городах есть однофамильцы, в одном городе – фамилия уникальна.

Используя конъюнктивное правило и простой вопрос, обеспечить возможность поиска:

По Марке и Цвету автомобиля найти Фамилию, Город, Телефон и Банки, в которых владелец автомобиля имеет вклады.

Владельцев может быть несколько (не более 3-х), один и ни одного.

Листинг

```
domains
    lastname, phone, city, street = symbol.
    house, flat, price = integer.
    brand, color = symbol.
    bank = symbol.
    account, amount = integer.
    address = address(city, street, house, flat).

predicates
    nondeterm phone_notice(lastname, phone, address).
    nondeterm car(lastname, city, brand, color, price).
    nondeterm bank_investors(lastname, city, bank, account, amount).

    nondeterm findUsingBrandColor(brand, color, lastname, city, phone,
bank).

clauses
    phone_notice("Timonin", "7090898286725", address("Moscow", "Sovetskaya", 2, 37)).
    phone_notice("Ibragimov", "7090898286725", address("Vologda", "Vostochnaya", 5)).
    phone_notice("Timonin", "434451374707", address("neMoscow", "Central", 4, 37)).
    phone_notice("Foreman", "510435028126", address("Orenburg", "Krygovaya", 4, 37)).

    bank_investors("Timonin", "Moscow", "VTB", 900, 1250).
    bank_investors("Timonin", "neMoscow", "SBERBANK", 2000, 13500).
    bank_investors("Foreman", "Orenburg", "SBERBANK", 1000, 1300).
    bank_investors("Ibragimov", "Vologda", "VTB", 10, 250).

    car("Timonin", "Moscow", "BMW", "white", 1000).
    car("Timonin", "Moscow", "ESKALATE", "black", 1000).
    car("Foreman", "Orenburg", "ESKALATE", "black", 1000).
    car("Ibragimov", "Vologda", "VELOSIPED", "red", 1000).
```

```
% FOR Brand, Color FIND Lastname, City, Phone, Bank,
% WHERE car owner is bank investor
findUsingBrandColor(Brand, Color, Lastname, City, Phone, Bank) :-
    car(Lastname, City, Brand, Color, _),
    phone_notice(Lastname, Phone, address(City, _, _, _)),
    bank_investors(Lastname, City, Bank, _, _).
```

```
goal
    findUsingBrandColor("VELOSIPED", "black", Lastname, City, Phone, Bank).
```

Результат работы

```
% GOAL
findUsingBrandColor("ESKALATE", "black", Lastname, City, Phone, Bank).
```

```
% OUTPUT
Lastname=Timonin, City=Moscow, Phone=7090898286725, Bank=VTB
Lastname=Foreman, City=Orenburg, Phone=510435028126, Bank=SBERBANK
2 Solutions
```

```
% GOAL
findUsingBrandColor("VELOSIPED", "red", Lastname, City, Phone, Bank).
```

```
% OUTPUT
Lastname=Ibragimov, City=Vologda, Phone=7090898286725, Bank=VTB
1 Solution
```

```
% GOAL
findUsingBrandColor("VELOSIPED", "black", Lastname, City, Phone,
Bank).
```

```
% OUTPUT
No Solution
```

Задание 1

Для каждого из трех вариантов **словесно подробно** описать порядок формирования ответа (в виде таблицы). При этом, указать – отметить моменты очередного запуска системы унификации и полный результат его работы. Обосновать следующий шаг работы системы. Выписать унификаторы – подстановки. Указать моменты, причины и результат отката, если он есть.

Таблица 1. findUsingBrandColor("ESKALATE", "black", Lastname, City, Phone, Bank).

Номер Шага	Сравниваемые термы	Дальнейшие действия
1	Подстановка Brand = «ESKALATE», Color = «black», Lastname = Lastname, City = City, Phone = Phone, Bank = Bank findUsingBrandColor(«ESKALATE», «black», Lastname, City, Phone, Bank) findUsingBrandColor(Brand, Color, Lastname, City, Phone, Bank)	Прямой ход
2	Сравнение «ESKALATE» = «BMW», «black» = «white» car(_, _, Brand, Color, _) car("Timonin", "Moscow", "BMW", "white", 1000)	Прямой ход Унификация безуспешна
3	Сравнение «ESKALATE» = «ESKALATE», «black» = «black» car(_, _, Brand, Color, _) car("Timonin", "Moscow", "ESKALATE", "black", 1000).	Прямой ход Унификация успешна
4	Подстановка Lastname = «Timonin», City = «Moscow»	Прямой ход
5	Сравнение «Timonin» = «Timonin», «Moscow» = «Moscow» phone_notice(Lastname, Phone, _) phone_notice("Timonin", "7090898286725", addres("Moscow", "Sovetskaya", 2, 37))	Прямой ход Унификация успешна
6	Подстановка Phone = "7090898286725"	Прямой ход
7	Сравнение «Timonin» = «Timonin», City = «Moscow» bank_investors(Lastname, City, Bank, _, _) bank_investors("Timonin", "Moscow", "VTB", 900, 1250)	Прямой ход Унификация успешна
8	Подстановка Bank = «VTB»	Прямой ход
9	Вывод результата Lastname=Timonin, City=Moscow, Phone=7090898286725, Bank=VTB	Откат
10	Сравнение «Timonin» = «Timonin», City = «neMoscow» bank_investors(Lastname, City, Bank, _, _) bank_investors("Timonin", "neMoscow", "SBERBANK", 2000, 13500)	Прямой ход Унификация безуспешна

11	Сравнение «Timonin» = «Foreman», City = «Orenburg» bank_investors(Lastname, City, Bank, _, _) bank_investors("Foreman", "Orenburg", "SBERBANK", 1000, 1300).	Прямой ход Унификация безуспешна
12	Сравнение «Timonin» = «Ibragimov», City = «Vologda» bank_investors(Lastname, City, Bank, _, _) bank_investors("Ibragimov", "Vologda", "VTB", 10, 250).	Откат Унификация безуспешна
13	Сравнение «Timonin» = «Ibragimov», «Moscow» = «Vologda» phone_notice(Lastname, Phone, _) phone_notice("Ibragimov", "7090898286725", adres("Vologda", "Vostochnaya", 5))	Прямой ход Унификация безуспешна
14	Сравнение «Timonin» = «Timonin», «Moscow» = «neMoscow» phone_notice(Lastname, Phone, _) phone_notice("Timonin", "434451374707", adres("neMoscow", "Central", 4, 37))	Прямой ход Унификация безуспешна
15	Сравнение «Timonin» = «Foreman», «Moscow» = «Orenburg» phone_notice(Lastname, Phone, _) phone_notice("Foreman", "510435028126", adres("Orenburg", "Krygovaya", 4, 37))	Откат Унификация безуспешна
16	Сравнение «ESKALATE» = «ESKALATE», «black» = «black» car(_, _, Brand, Color, _) car("Foreman", "Orenburg", "ESKALATE", "black", 1000)	Прямой ход Унификация успешна
17	Подстановка Lastname = «Foreman», City = «Orenburg»	Прямой ход
18	Сравнение «Foreman» = «Timonin», «Orenburg» = «Moscow» phone_notice(Lastname, Phone, _) phone_notice("Timonin", "7090898286725", adres("Moscow", "Sovetskaya", 2, 37))	Прямой ход Унификация безуспешна
19	Сравнение «Foreman» = «Ibragimov», «Orenburg» = «Vologda» phone_notice(Lastname, Phone, _) phone_notice("Ibragimov", "7090898286725", adres("Vologda", "Vostochnaya", 5))	Прямой ход Унификация безуспешна

20	Сравнение «Foreman» = «Timonin», «Orenburg» = «neMoscow» phone_notice(Lastname, Phone, _) phone_notice("Timonin", "434451374707", addres("neMoscow", "Central", 4, 37))	Прямой ход Унификация безуспешна
21	Сравнение «Foreman» = «Foreman», «Orenburg» = «Orenburg» phone_notice(Lastname, Phone, _) phone_notice("Foreman", "510435028126", addres("Orenburg", "Krygovaya", 4, 37))	Прямой ход Унификация успешна
22	Подстановка Phone = 510435028126	Прямой ход
23	Сравнение «Foreman» = «Timonin», «Orenburg» = «Moscow» bank_investors(Lastname, City, Bank, _, _) bank_investors("Timonin", "Moscow", "VTB", 900, 1250)	Прямой ход Унификация безуспешна
24	Сравнение «Foreman» = «Timonin», «Orenburg» = «neMoscow» bank_investors(Lastname, City, Bank, _, _) bank_investors("Timonin", "neMoscow", "SBERBANK", 2000, 13500)	Прямой ход Унификация безуспешна
25	Сравнение «Foreman» = «Foreman», «Orenburg» = «Moscow» bank_investors(Lastname, City, Bank, _, _) bank_investors("Foreman", "Orenburg", "SBERBANK", 1000, 1300)	Прямой ход Унификация успешна
26	Подстановка Bank = "SBERBANK"	Прямой ход
27	Вывод результата Lastname=Foreman, City=Orenburg, Phone=510435028126, Bank=SBERBANK	Откат
28	Сравнение «Foreman» = «Ibragimov», «Orenburg» = «Vologda» bank_investors(Lastname, City, Bank, _, _) bank_investors("Ibragimov", "Vologda", "VTB", 10, 250)	Откат Унификация безуспешна
29	Сравнение «ESKALATE» = «VELOSIPED», «black» = «red» car(_, _, Brand, Color, _) car("Ibragimov", "Vologda", "VELOSIPED", "red", 1000)	Откат Унификация безуспешна

Таблица 2. findUsingBrandColor("VELOSIPED", "red", Lastname, City, Phone, Bank)

Номер Шага	Сравниваемые термины	Дальнейшие действия
1	Подстановка Brand = «VELOSIPEД», Color = «red», Lastname = Lastname, City = City, Phone = Phone, Bank = Bank findUsingBrandColor(«VELOSIPEД», «red», Lastname, City, Phone, Bank) findUsingBrandColor(Brand, Color, Lastname, City, Phone, Bank)	Прямой ход
2	Сравнение «VELOSIPEД» = «BMW», «red» = «white» car(_, _, Brand, Color, _) car("Timonin", "Moscow", "BMW", "white", 1000)	Прямой ход Унификация безуспешна
3	Сравнение «VELOSIPEД» = «ESKALATE», «red» = «black» car(_, _, Brand, Color, _) car("Timonin", "Moscow", "ESKALATE", "black", 1000)	Прямой ход Унификация безуспешна
4	Сравнение «VELOSIPEД» = «ESKALATE», «red» = «black» car(_, _, Brand, Color, _) car("Foreman", "Orenburg", "ESKALATE", "black", 1000)	Прямой ход Унификация безуспешна
5	Сравнение «VELOSIPEД» = «VELOSIPEД», «red» = «red» car(_, _, Brand, Color, _) car("Ibragimov", "Vologda", "VELOSIPEД", "red", 1000)	Прямой ход Унификация успешна
6	Подстановка Lastname = «Ibragimov», City = «Vologda»	Прямой ход
7	Сравнение «Ibragimov» = «Timonin», «Vologda» = «Moscow» phone_notice(Lastname, Phone, addres(City, _, _)) phone_notice("Timonin", "7090898286725", addres("Moscow", "Sovetskaya", 2, 37))	Прямой ход Унификация безуспешна
8	Сравнение «Ibragimov» = «Ibragimov», «Vologda» = «Vologda» phone_notice(Lastname, Phone, addres(City, _, _)) phone_notice("Ibragimov", "7090898286725", addres("Vologda", "Vostochnaya", 5))	Прямой ход унификация безуспешна
9	Подстановка Phone = "7090898286725"	Прямой ход

10	Сравнение «Ibragimov» = «Timonin», «Vologda» = «Moscow» bank_investors(Lastname, City, Bank, _, _) bank_investors("Timonin", "Moscow", "VTB", 900, 1250)	Прямой ход фикация безуспешна
11	Сравнение «Ibragimov» = «Timonin», «Vologda» = «neMoscow» bank_investors(Lastname, City, Bank, _, _) bank_investors("Timonin", "neMoscow", "SBERBANK", 2000, 13500)	Прямой ход унификация безуспешна
12	Сравнение «Ibragimov» = «Foreman», «Vologda» = «Orenburg» bank_investors(Lastname, City, Bank, _, _) bank_investors("Foreman", "Orenburg", "SBERBANK", 1000, 1300)	Прямой ход унификация безуспешна
13	Сравнение «Ibragimov» = «Ibragimov», «Vologda» = «Vologda» bank_investors(Lastname, City, Bank, _, _) bank_investors("Ibragimov", "Vologda", "VTB", 10, 250)	Прямой ход унификация успешна
14	Подстановка Bank = «VTB»	Прямой ход
15	Вывод результата Lastname = «Ibragimov», City = «Vologda», Phone = «7090898286725», Подстановка Bank = «VTB»	Откат
16	Сравнение «Ibragimov» = «Timonin», «Vologda» = «neMoscow» phone_notice(Lastname, Phone, adres(City, _, _, _)) phone_notice("Timonin", "434451374707", adres("neMoscow", "Central", 4, 37))	Прямой ход унификация безуспешна
17	Сравнение «Ibragimov» = «Foreman», «Vologda» = «Orenburg» phone_notice(Lastname, Phone, adres(City, _, _, _)) phone_notice("Foreman", "510435028126", adres("Orenburg", "Krygovaya", 4, 37))	Откат

Таблица 3. findUsingBrandColor("VELOSIPIED", "black", Lastname, City, Phone, Bank)

Номер Шага	Сравниваемые термы	Дальнейшие действия
1	Подстановка Brand = «VELOSIPED», Color = «black», Lastname = Lastname, City = City, Phone = Phone, Bank = Bank findUsingBrandColor(«VELOSIPED», «black», Lastname, City, Phone, Bank) findUsingBrandColor(Brand, Color, Lastname, City, Phone, Bank)	Прямой ход
2	Сравнение «VELOSIPED» = «BMW», «black» = «white» car("Timonin", "Moscow", "BMW", "white", 1000)	Откат Унификация безуспешна
3	Сравнение «VELOSIPED» = «ESKALATE», «black» = «black» car("Timonin", "Moscow", "ESKALATE", "black", 1000)	Откат Унификация безуспешна
4	Сравнение «VELOSIPED» = «ESKALATE», «black» = «black» car("Foreman", "Orenburg", "ESKALATE", "black", 1000)	Откат Унификация безуспешна
5	Сравнение «VELOSIPED» = «VELOSIPED», «black» = «red» car("Ibragimov", "Vologda", "VELOSIPED", "red", 1000)	Откат Унификация безуспешна
6	Вывод пустого результата	Откат

Задание 2

Для случая нескольких владельцев (2-х): приведите примеры (таблицы) работы системы **при разных порядках** следования в БЗ процедур, и знаний в них: («Телефонный справочник», «Автомобили», «Вкладчики банков», или: «Автомобили», «Вкладчики банков», «Телефонный справочник»). Сделайте **вывод**: Одинаковы ли: множество работ и объем работ в разных случаях?

Разный порядок следования БЗ процедур, знаний в них никак не влияет на работу программы. По итогу выполнятся все процедуры и будут использованы все знания.

Задание 3

Оформите 2 таблицы, демонстрирующие **порядок работы алгоритма унификации** вопроса и подходящего заголовка правила (для двух случаев из пункта 2) и укажите результаты его работы: ответ и побочный эффект.

Таблица 4

Номер Шага	Результирующая ячейка	Рабочее поле	Пункт алгоритма	Стек
1			e	findUsingBrandColor(Brand, Color, Lastname, City, Phone, Bank) = findUsingBrandColor("VELOSIPED", "black", Lastname, City, Phone, Bank)
2		findUsingBrandColor("VELOSIPED", "black", Lastname, City, Phone, Bank) := findUsingBrandColor(Brand, Color, Lastname, City, Phone, Bank) —————>	e	car(Lastname, City, Brand, Color, _) = car("Timonin", "Moscow", "BMW", "white", 1000)
3	Lastname = «Timonin», City = «Moscow»	<----- car(Lastname, City, Brand, Color, _) = car("Timonin", "Moscow", "BMW", "white", 1000) ----->	e	phone_notice(Lastname, Phone, adres(City, _, _, _)) = phone_notice("Timonin", "7090898286725", adres("Moscow", "Sovetskaya", 2, 37))
4	Lastname = «Timonin», City = «Moscow», Phone = "7090898286725"	<----- phone_notice(Lastname, Phone, adres(City, _, _, _)) = phone_notice("Timonin", "7090898286725", adres("Moscow", "Sovetskaya", 2, 37)) (занесение в ячейку Phone)	e	bank_investors(Lastname, City, Bank, _, _) = bank_investors("Timonin", "Moscow", "VTB", 900, 1250)

5	LastName = «Timonin», City = «Moscow», Phone = «709089828672 5», Bank = «VTB»	<— bank_investors(Lastname, City, Bank, _, _) = bank_investors("Timonin", "Moscow", "VTB", 900, 1250) (занесение в ячейку Bank)	е	Пусто
6	Подстановка			Пусто

Теоретическая часть

В какой части правила сформулировано знание? Это знание о чем, с формальной точки зрения?

Знания о предметной области выражаются на языке Пролог в виде предложений, называемых утверждениями (clauses). Каждое утверждение заканчивается точкой и описывает какое-либо отношение, свойство, объект или закономерность. Структура утверждения проста и имеет одну из форм:

- <заголовок>. — факт
- <заголовок>:- <тело>. — правило, где заголовок является предикатом и полностью характеризует описываемое отношение.

Что такое процедура?

В Prolog существует понятие процедуры. Процедурой называется совокупность правил, заголовки которых имеют одно и то же имя и одну и ту же аргументность (местность), т.е. это совокупность правил, описывающих одно определенное отношение. Отношение, определяемое процедурой, называется предикатом.

Сколько в БЗ текущего задания процедур?

Четыре процедуры.

Что такое пример терма, это частный случай терма, пример?

Терм **B** называется **примером** терма **A**, если существует такая подстановка Θ , что $B=A\Theta$.

Как строится пример?

Пример строится во время поиска решения во время подстановки. Чтобы построить терм, компилятор связывает определенные переменные с термами, все примеры хранятся в стек, пока их не используют.

Что такое наиболее общий пример?

Терм **C** называется **общим примером** термов **A** и **B**, если существуют такие подстановки Θ_1 и Θ_2 , что $C = A \Theta_1$ и $C = B \Theta_2$

Назначение и результат работы алгоритма унификации. Что значит двунаправленная передача параметров при работе алгоритма унификации, поясните на примере одного из случаев пункта 3.

Для выполнения логического вывода используется **механизм (алгоритм) унификации**, встроенный в систему. **Унификация** – операция, которая позволяет формализовать процесс логического вывода (наряду с правилом резолюции). С практической точки зрения - это основной вычислительный шаг, с помощью которого происходит:

- Двунаправленная передача параметров процедурам,
- Неразрушающее присваивание,
- Проверка условий (доказательство).

В процессе работы система выполняет большое число унификаций. С помощью алгоритма унификации происходит двунаправленная передача параметров в процедуры. Например, мы можем параметр-данные передать из реального мира в программу, и мы можем получить параметр-данные из программы в реальный мир.

В каком случае запускается механизм отката?

Во время работы программы, во время унификации, Prolog сохраняет данные в стек, для последующего возврата. Точка возврата хранит информацию, для возобновления процедуры при откате. Выбирается первый попавшийся вариант и программа продолжает свою работу. Когда происходит откат, все переменные которые были связаны до отката освобождаются - становятся свободными.

Виды и назначение переменных в Prolog. Примеры из задания.

Почему использованы те или другие переменные (примеры из задания)

Именованная – обозначается комбинацией символов латинского алфавита, цифр и символа подчеркивания, начинающейся с прописной буквы или символа подчеркивания (x, lastname, _lastname)

Анонимная – обозначается символом подчеркивания (_)

Переменные в момент фиксации утверждений в программе, обозначая некоторый неизвестный объект из некоторого множества объектов, не имеют значения. Значения для переменных могут быть установлены Prolog-системой только в процессе поиска ответа на вопрос, т.е. реализации программы.

Переменные предназначены для передачи значений «во времени и в пространстве». Переменные в факты и правила входят только с квантором всеобщности. А в вопросы переменные входят только с квантором существования.

В процессе выполнения программы переменные могут связываться с различными объектами – **конкретизироваться**. Это относится только к именованным переменным. Анонимные переменные не могут быть связаны со значением.

bank_investors(Lastname, City, Bank, ,)

Например, возьмем факт `bank_investors`, хранящий информацию о клиентах банка. В данном факте есть 5 переменных. `Lastname` хранит в себе фамилию клиента, `City` - хранит город проживания клиента, `Bank` - хранит наименования банка, которым пользуется клиент. Эти переменные именованные, следовательно, они используются в алгоритме унификации. Про остальные две переменные нам ничего неизвестно, так как они анонимные. К тому же, они никак не задействованы в процедуре и алгоритме унификации.

Назначение и результат работы алгоритма унификации. ...Слова правильные, но ответа нет!!! Система знает заранее для каких конкретно термов запускать алгоритм унификации????

Унификация позволяет отождествлять формулы логики первого порядка путем замены свободных переменных на термы.

В конце концов, алгоритм заканчивает свою работу, выдавая в качестве ответа множество подстановок, позволяющих унифицировать, и затем применить к ним правило резолюции для исчисления высказываний. Это Множество подстановок называется общим унификатором (ОУ) дизъюнктов.