



**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»

Дисциплина: «Функциональное и логическое
программирование»

Лабораторная работа №13

Студент: Левушкин И. К.

Группа: ИУ7-62Б

Преподаватели: Толпинская Н. Б.,

Строганов Ю. В.

Москва, 2020 г.

Цель работы

Получить навыки построения модели предметной области, разработки и оформления программы на Prolog, изучить принципы, логику формирования программы и отдельные шаги выполнения программы на Prolog.

Задачи работы

Приобрести навыки декларативного описания предметной области с использованием фактов и правил. Изучить способы использования термов, переменных, фактов и правил в программе на Prolog, принципы и правила сопоставления и отождествления, порядок унификации.

Задание

Составить программу, т.е. модель предметной области – базу знаний, объединив в ней информацию – знания:

- **«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). Используя правила, обеспечить возможность поиска:

1. **а)** По № телефона найти: Фамилию, Марку автомобиля, Стоимость автомобиля (может быть несколько),
в) Используя сформированное в пункте **а)** правило, по № телефона найти: только Марку автомобиля (автомобилей может быть несколько),
2. Используя простой, не составной вопрос: по Фамилии (уникальна в городе, но в разных городах есть однофамильцы) и Городу проживания найти: Улицу проживания, Банки, в которых есть вклады и №телефона.

Для задания1 и задания2: для одного из вариантов ответов, и для **а)** и для **в)**, **описать словесно** порядок поиска ответа на вопрос, указав, как выбираются знания, и, при этом, **для каждого этапа унификации, выписать подстановку** – наибольший общий унификатор, **и соответствующие примеры** термов.

Реализация программы

```
domains
address = adr(symbol, symbol, integer, integer).
predicates
phone_list(symbol Surname, string Phone, address Address).
auto(symbol Surname, symbol Model, symbol Color, integer Cost,
integer Probeg).
bank_list(symbol Surname, symbol Bank, integer Account, integer Money).

get_info_by_phone(string Phone, symbol Surname, symbol Model,
integer Cost).

get_info_surname_town(symbol Surname, symbol Town, symbol Street,
symbol Bank, string Phone).
clauses
phone_list(levushkin, "89859771492", adr(moscow, kantemirovskaya, 5, 1)).
phone_list(levushkin, "89859771493", adr(moscow, kantemirovskaya, 5, 1)).
phone_list(samkov, "89899999", adr(chelyabinsk, pushkinskaya, 4, 2)).
phone_list(ryazanova, "8911911911", adr(moscow, baumanskaya, 9, 9)).

auto(levushkin, shkoda, orange, 600000, 10000).
auto(levushkin, volvo, grey, 3000000, 1000).
auto(samkov, volkswagen, pink, 1000000, 99999).
auto(ryazanova, bugatti, gold, 999999999, 1).

bank_list(levushkin, sberbank, 1111, 900000).
bank_list(samkov, sberbank, 2222, 100).
bank_list(ryazanova, tinkoff, 3333, 99999999).
bank_list(ryazanova, raiffeisen, 4444, 888888888).

get_info_by_phone(Phone, Surname, Model, Cost) :-
phone_list(Surname, Phone, _),
auto(Surname, Model, _, Cost, _).

get_info_surname_town(Surname, Town, Street, Bank, Phone) :-
phone_list(Surname, Phone, adr(Town, Street, _, _)),
bank_list(Surname, Bank, _, _).
```

Тесты

Фамилия, марка авто и его цена по номеру телефона владельца.

Пример №1.

goal

```
get_info_by_phone("89859771492", Surname, Model, Cost).
```

%Вывод:

```
Surname=levushkin, Model=shkoda, Cost=600000
```

```
Surname=levushkin, Model=volvo, Cost=3000000
```

```
2 Solutions
```

Порядок поиска ответа на вопрос

Вопрос будет сопоставляться с каждым предложением сверху вниз, пока не найдется подходящий функтор. В таблице описаны ключевые шаги последующего поиска.

№ шага	Сравниваемые термины; результат; подстановка, если есть	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (к чему приводит?)
1	Сравнение <code>get_info_by_phone(«89859771492», Surname, Model, Cost)</code> и <code>get_info_by_phone(Phone, Surname, Model, Cost)</code> . Успех. Подстановка <code>Phone = «89859771492»</code>	Прямой ход: <code>phone_list(Surname, «89859771492», _)</code>
2	Сравнение <code>phone_list(Surname, «89859771492», _)</code> и <code>phone_list(levushkin, «89859771492», _)</code> . Успех. Подстановка <code>Surname = levushkin</code>	Прямой ход: <code>auto(levushkin, Model, _, Cost, _)</code>
3	Сравнение <code>auto(levushkin, Model, _, Cost, _)</code> и <code>auto(levushkin, shkoda, _, 600000, _)</code> . Успех. Подстановка <code>Model = shoda, Cost = 600000</code>	Вывод: <code>Surname=levushkin, Model=shkoda, Cost=600000.</code> Откат к <code>auto(levushkin, Model, _, Cost, _)</code>
4	Сравнение <code>auto(levushkin, Model, _, Cost, _)</code> и <code>auto(levushkin, volvo, _, 3000000, _)</code> . Успех. Подстановка <code>Model = volvo, Cost = 3000000</code>	Вывод: <code>Surname=levushkin, Model=volvo, Cost=3000000.</code> Откат к <code>auto(levushkin, Model, _, Cost, _)</code>
5	Сравнение <code>auto(levushkin, Model, _, Cost, _)</code> и <code>auto(samkov, volkswagen, _, 1000000, _)</code> . Неудача (<code>levushkin ≠ samkov</code>)	Откат к <code>auto(levushkin, Model, _, Cost, _)</code>
6	Сравнение <code>auto(levushkin, Model, _, Cost, _)</code> и <code>auto(ryazanova, bugatti, _, 999999999, _)</code> . Неудача (<code>levushkin ≠ ryazanova</code>)	Откат к <code>auto(levushkin, Model, _, Cost, _)</code> , откат к <code>phone_list(Surname, «89859771492», _)</code> , неудача в поиске дальнейших подстановок «89859771492», откат к <code>get_info_by_phone</code> , неудача в поиске дальнейших подстановок <code>get_info_by_phone</code> , завершение унификации.

Марка авто по номеру телефона владельца.

Пример №1.

goal

```
get_info_by_phone("8911911911", _, Model, _).
```

%Вывод:

```
Model=bugatti
```

```
1 Solution
```

Порядок поиска ответа на вопрос

№ ша-га	Сравниваемые термины; результат; подстановка, если есть	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (к чему приводит?)
1	Сравнение <code>get_info_by_phone(«8911911911», _, Model, _)</code> и <code>get_info_by_phone(Phone, Surname, Model, Cost)</code> . Успех. Подстановка <code>Phone = «8911911911»</code> .	Прямой ход: <code>phone_list(Surname, «8911911911», _)</code> .
2	Сравнение <code>phone_list(Surname, «8911911911», _)</code> и <code>phone_list(levushkin, «89859771492», _)</code> . Неудача (<code>«8911911911» ≠ «89859771492»</code>).	Откат к <code>phone_list(Surname, «8911911911», _)</code> .
3	Сравнение <code>phone_list(Surname, «8911911911», _)</code> и <code>phone_list(levushkin, «89859771493», _)</code> . Неудача (<code>«8911911911» ≠ «89859771493»</code>).	Откат к <code>phone_list(Surname, «8911911911», _)</code> .
4	Сравнение <code>phone_list(Surname, «8911911911», _)</code> и <code>phone_list(samkov, «89899999», _)</code> . Неудача (<code>«8911911911» ≠ «89899999»</code>).	Откат к <code>phone_list(Surname, «8911911911», _)</code> .
5	Сравнение <code>phone_list(Surname, «8911911911», _)</code> и <code>phone_list(ryazanova, «8911911911», _)</code> . Успех. Подстановка <code>Surname=ryazanova</code> .	Прямой ход: <code>auto(ryazanova, Model, _, _, _)</code> .
6	Сравнение <code>auto(ryazanova, Model, _, _, _)</code> и <code>auto(levushkin, shkola, _, _, _)</code> . Неудача (<code>ryazanova ≠ levushkin</code>).	Откат к <code>auto(ryazanova, Model, _, _, _)</code> .
7	Сравнение <code>auto(ryazanova, Model, _, _, _)</code> и <code>auto(levushkin, volvo, _, _, _)</code> . Неудача (<code>ryazanova ≠ levushkin</code>).	Откат к <code>auto(ryazanova, Model, _, _, _)</code> .
8	Сравнение <code>auto(ryazanova, Model, _, _, _)</code> и <code>auto(samkov, volkswagen, _, _, _)</code> . Неудача (<code>ryazanova ≠ samkov</code>).	Откат к <code>auto(ryazanova, Model, _, _, _)</code> .
9	Сравнение <code>auto(ryazanova, Model, _, _, _)</code> и <code>auto(ryazanova, bugatti, _, _, _)</code> . Успех. Подстановка <code>Model=bugatti</code> .	Вывод: <code>Model=bugatti</code> . откат к <code>auto(ryazanova, Model, _, _, _)</code> , откат к <code>phone_list</code> , откат к <code>get_info_by_phone</code> , завершение унификации.

Улица проживания, банки и номера телефона по фамилии и городу.

Пример №1.

goal

```
get_info_surname_town(levushkin, moscow, Street, Bank, Phone).
```

%Вывод:

```
Street=kantemirovskaya, Bank=sberbank, Phone=89859771492
```

```
Street=kantemirovskaya, Bank=sberbank, Phone=89859771493
```

```
2 Solutions
```

Порядок поиска ответа на вопрос

№ ша-га	Сравниваемые термы; результат; подстановка, если есть	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (к чему приводит?)
1	Сравнение <code>get_info_surname_town(levushkin, moscow, Street, Bank, Phone)</code> и <code>get_info_surname_town(Surname, Town, Street, Bank, Phone)</code> . Успех. Подстановка <code>Surname=levushkin, Town=moscow</code> .	Прямой ход: <code>phone_list(levushkin, Phone, adr(moscow, Street, _, _))</code> .
2	Сравнение <code>phone_list(levushkin, Phone, adr(moscow, Street, _, _))</code> и <code>phone_list(levushkin, «89859771492», adr(moscow, kantemirovskaya, _, _))</code> . Успех. Подстановка <code>Phone=«89859771492», Street=kantemirovskaya</code> .	Прямой ход: <code>bank_list(levushkin, Bank, _, _)</code> .
3	Сравнение <code>bank_list(levushkin, Bank, _, _)</code> и <code>bank_list(levushkin, sberbank, _, _)</code> . Успех. Подстановка <code>Bank=sberbank</code> .	Вывод: <code>Street=kantemirovskaya, Bank=sberbank, Phone=«89859771492»</code> . Откат к <code>bank_list(levushkin, Bank, _, _)</code> , неудача в поиске дальнейших подстановок <code>levushkin</code> , откат к <code>phone_list(levushkin, Phone, adr(moscow, Street, _, _))</code> .
4	Сравнение <code>phone_list(levushkin, Phone, adr(moscow, Street, _, _))</code> и <code>phone_list(levushkin, «89859771493», adr(moscow, kantemirovskaya, _, _))</code> . Успех. Подстановка <code>Phone=«89859771493»</code> .	Прямой ход: <code>bank_list(levushkin, Bank, _, _)</code> .
5	Сравнение <code>bank_list(levushkin, Bank, _, _)</code> и <code>bank_list(levushkin, sberbank, _, _)</code> . Успех. Подстановка <code>Bank=sberbank</code> .	Вывод: <code>Street=kantemirovskaya, Bank=sberbank, Phone=«89859771493»</code> . Откат к <code>bank_list(levushkin, Bank, _, _)</code> , неудача в поиске дальнейших подстановок <code>levushkin</code> , откат к <code>phone_list(levushkin, Phone, adr(moscow, Street, _, _))</code> , неудача в поиске дальнейших подстановок <code>levushkin, moscow</code> . Откат к <code>get_info_surname_town</code> , завершение унификации.

Пример №2.

goal

```
get_info_surname_town(samkov, chelyabinsk, Surname, Bank, Phone).
```

%Вывод:

```
Surname=pushkinskaya, Bank=sberbank, Phone=89899999
```

```
1 Solution
```

Ответы на вопросы

1. Что такое терм?

Терм является основным элементом языка. Терм:

- константа (число, символьный атом, строка);
- переменная (именованная, анонимная);
- составной терм (средство организации группы отдельных элементов знаний в единый объект).

2. Что такое предикат в матлогике (математике)?

Предикат – функция с областью значений 0, 1 («Истина», «Ложь»), определённая на n -й декартовой степени множества M , то есть каждый кортеж из n элементов M характеризуется либо как «Истина», либо как «Ложь».

3. Что описывает предикат в Prolog?

Предикат в *Prolog* - отношение, определяемое процедурой (совокупностью правил).

4. Назовите виды предложений в программе и приведите примеры таких предложений из Вашей программы. Какие предложения являются основными, а какие – не основными? Каковы: синтаксис и семантика (формальный смысл) этих предложений (основных и неосновных)?

Виды предложений:

- Правило. Синтаксис: *заголовок :- тело* (заголовок и тело – термы, *:-* – специальный разделитель).

Пример:

- Факт. Является частным случаем правила - отсутствует тело.

Пример:

- Вопрос - специфичный вид предложения. Вопрос состоит только из тела. Вопросы используются для выяснения выполнимости некоторого отношения между описанными в программе объектами.

Пример:

Основные предложения - предложения, которые не содержат переменные.

Неосновные предложения - предложения, которые в момент фиксации в программе содержат переменные.

5. Каковы назначение, виды и особенности использования переменных в программе на Prolog? Какое предложение БЗ сформулировано в более общей – абстрактной форме: содержащее или не содержащее переменных?

Назначение переменных

Переменные предназначены для передачи значений в программе. Они являются частью процесса сопоставления и не являются «хранилищем» информации.

Виды переменных

- Именованные – обозначается комбинацией символов латинского алфавита, цифр и символа подчеркивания, начинающейся с прописной буквы или символа подчеркивания. Уникальны в рамках одного предложения.
- Анонимные – обозначаются символом подчеркивания. Любая анонимная переменная уникальна.

Особенности использования

Во время вычисления именованные переменные могут конкретизироваться (связываться с различными объектами), причем она может быть переинтерпретирована, путем отката вычислительного процесса и отмены ранее проведенной конкретизации для нахождения новых решений.

Анонимные переменные не могут быть связаны со значениями.

Предложение Базы Знаний

Предложение БЗ, содержащее переменные сформулировано в более общей – абстрактной форме, так как позволяет использовать подстановку для поиска множества значений в БЗ.

6. Что такое подстановка?

Подстановка – множество пар вида $X_i = t_i$, где X_i – переменная, а t_i – терм. Суть подстановки заключается в конкретизации переменной термом (перемен-

ные заменяются на соответствующие термы).

7. Что такое пример терма? Как и когда строится? Как Вы думаете, система строит и хранит примеры?

Терм B называется примером терма A , если существует подстановка к терму A , равная B .

Пример терма строится при доказательстве цели и хранится до получения конечного ответа либо до отката.

Исправление ошибок

В таблице: `get_info_by_phone(«89859771492»,Sername, Model, Cost)»` и `get_info_by_phone(Phone, Sername, Model, Cost)`. Подстановка `Phone= «89859771492»` Не полная!!!

Ниже приведены все три исправленные таблицы порядка поиска ответа на вопрос, так как данная ошибка затрагивает их всех:

Таблица для *Фамилия, марка авто и его цена по номеру телефона владельца* примера №1:

№ ша-га	Сравниваемые термы; результат; подстановка, если есть	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (к чему приводит?)
1	Сравнение <code>get_info_by_phone(«89859771492», Surname, Model, Cost)</code> и <code>get_info_by_phone(Phone, Surname, Model, Cost)</code> . Успех. Подстановка <code>Phone = «89859771492», Surname = Surname, Model = Model, Cost = Cost</code>	Прямой ход: <code>phone_list(Surname, «89859771492», _)</code>
2	Сравнение <code>phone_list(Surname, «89859771492», _)</code> и <code>phone_list(levushkin, «89859771492», _)</code> . Успех. Подстановка <code>Surname = levushkin, «89859771492» = «89859771492»</code>	Прямой ход: <code>auto(levushkin, Model, _, Cost, _)</code>
3	Сравнение <code>auto(levushkin, Model, _, Cost, _)</code> и <code>auto(levushkin, shkode, _, 600000, _)</code> . Успех. Подстановка <code>levushkin = levushkin, Model = shkode, Cost = 600000</code>	Вывод: <code>Surname=levushkin, Model=shkode, Cost=600000.</code> Откат к <code>auto(levushkin, Model, _, Cost, _)</code>
4	Сравнение <code>auto(levushkin, Model, _, Cost, _)</code> и <code>auto(levushkin, volvo, _, 3000000, _)</code> . Успех. Подстановка <code>levushkin = levushkin, Model = volvo, Cost = 3000000</code>	Вывод: <code>Surname=levushkin, Model=volvo, Cost=3000000.</code> Откат к <code>auto(levushkin, Model, _, Cost, _)</code>
5	Сравнение <code>auto(levushkin, Model, _, Cost, _)</code> и <code>auto(samkov, volkswagen, _, 1000000, _)</code> . Неудача (<code>levushkin ≠ samkov</code>)	Откат к <code>auto(levushkin, Model, _, Cost, _)</code>
6	Сравнение <code>auto(levushkin, Model, _, Cost, _)</code> и <code>auto(ryazanov, bugatti, _, 999999999, _)</code> . Неудача (<code>levushkin ≠ ryananov</code>)	Откат к <code>auto(levushkin, Model, _, Cost, _)</code> , откат к <code>phone_list(Surname, «89859771492», _)</code> , неудача в поиске дальнейших подстановок «89859771492», откат к <code>get_info_by_phone</code> , неудача в поиске дальнейщих подстановок <code>get_info_by_phone</code> , завершение унификации.

Таблица для *Марка авто по номеру телефона владельца* примера №1:

№ ша-га	Сравниваемые термины; результат; подстановка, если есть	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (к чему приводит?)
1	Сравнение <code>get_info_by_phone(«8911911911», _, Model, _)</code> и <code>get_info_by_phone(Phone, Surname, Model, Cost)</code> . Успех. Подстановка <code>Phone = «8911911911», Model = Model</code> .	Прямой ход: <code>phone_list(Surname, «8911911911», _)</code> .
2	Сравнение <code>phone_list(Surname, «8911911911», _)</code> и <code>phone_list(levushkin, «89859771492», _)</code> . Неудача (<code>«8911911911» ≠ «89859771492»</code>).	Откат к <code>phone_list(Surname, «8911911911», _)</code> .
3	Сравнение <code>phone_list(Surname, «8911911911», _)</code> и <code>phone_list(levushkin, «89859771493», _)</code> . Неудача (<code>«8911911911» ≠ «89859771493»</code>).	Откат к <code>phone_list(Surname, «8911911911», _)</code> .
4	Сравнение <code>phone_list(Surname, «8911911911», _)</code> и <code>phone_list(samkov, «89899999», _)</code> . Неудача (<code>«8911911911» ≠ «89899999»</code>).	Откат к <code>phone_list(Surname, «8911911911», _)</code> .
5	Сравнение <code>phone_list(Surname, «8911911911», _)</code> и <code>phone_list(ryazanova, «8911911911», _)</code> . Успех. Подстановка <code>Surname=ryazanova, «8911911911» = «8911911911»</code> .	Прямой ход: <code>auto(ryazanova, Model, _, _, _)</code> .
6	Сравнение <code>auto(ryazanova, Model, _, _, _)</code> и <code>auto(levushkin, shkode, _, _, _)</code> . Неудача (<code>ryazanova ≠ levushkin</code>).	Откат к <code>auto(ryazanova, Model, _, _, _)</code> .
7	Сравнение <code>auto(ryazanova, Model, _, _, _)</code> и <code>auto(levushkin, volvo, _, _, _)</code> . Неудача (<code>ryazanova ≠ levushkin</code>).	Откат к <code>auto(ryazanova, Model, _, _, _)</code> .
8	Сравнение <code>auto(ryazanova, Model, _, _, _)</code> и <code>auto(samkov, volkswagen, _, _, _)</code> . Неудача (<code>ryazanova ≠ samkov</code>).	Откат к <code>auto(ryazanova, Model, _, _, _)</code> .
9	Сравнение <code>auto(ryazanova, Model, _, _, _)</code> и <code>auto(ryazanova, bugatti, _, _, _)</code> . Успех. Подстановка <code>ryazanova = ryazanova, Model=bugatti</code> .	Вывод: <code>Model=bugatti</code> . откат к <code>auto(ryazanova, Model, _, _, _)</code> , откат к <code>phone_list</code> , откат к <code>get_info_by_phone</code> , завершение унификации.

Таблица для *Улица проживания, банки и номера телефона по фамилии и городу* примера №1:

№ ша-га	Сравниваемые термы; результат; подстановка, если есть	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (к чему приводит?)
1	Сравнение <code>get_info_surname_town(levushkin, moscow, Street, Bank, Phone)</code> и <code>get_info_surname_town(Surname, Town, Street, Bank, Phone)</code> . Успех. Подстановка <code>Surname=levushkin, Town=moscow, Street = Street, Bank = Bank, Phone = Phone</code> .	Прямой ход: <code>phone_list(levushkin, Phone, adr(moscow, Street, _, _))</code> .
2	Сравнение <code>phone_list(levushkin, Phone, adr(moscow, Street, _, _))</code> и <code>phone_list(levushkin, «89859771492», adr(moscow, kantemirovskaya, _, _))</code> . Успех. Подстановка <code>levushkin = levushkin, Phone=«89859771492», moscow = moscow, Street=kantemirovskaya</code> .	Прямой ход: <code>bank_list(levushkin, Bank, _, _)</code> .
3	Сравнение <code>bank_list(levushkin, Bank, _, _)</code> и <code>bank_list(levushkin, sberbank, _, _)</code> . Успех. Подстановка <code>levushkin = levushkin, Bank=sberbank</code> .	Вывод: <code>Street=kantemirovskaya, Bank=sberbank, Phone=«89859771492»</code> . Откат к <code>bank_list(levushkin, Bank, _, _)</code> , неудача в поиске дальнейших подстановок <code>levushkin</code> , откат к <code>phone_list(levushkin, Phone, adr(moscow, Street, _, _))</code> .
4	Сравнение <code>phone_list(levushkin, Phone, adr(moscow, Street, _, _))</code> и <code>phone_list(levushkin, «89859771493», adr(moscow, kantemirovskaya, _, _))</code> . Успех. Подстановка <code>levushkin = levushkin, Phone=«89859771493», moscow = moscow, Street = kantemirovskaya</code> .	Прямой ход: <code>bank_list(levushkin, Bank, _, _)</code> .
5	Сравнение <code>bank_list(levushkin, Bank, _, _)</code> и <code>bank_list(levushkin, sberbank, _, _)</code> . Успех. Подстановка <code>levushkin = levushkin, Bank=sberbank</code> .	Вывод: <code>Street=kantemirovskaya, Bank=sberbank, Phone=«89859771493»</code> . Откат к <code>bank_list(levushkin, Bank, _, _)</code> , неудача в поиске дальнейших подстановок <code>levushkin</code> , откат к <code>phone_list(levushkin, Phone, adr(moscow, Street, _, _))</code> , неудача в поиске дальнейших подстановок <code>levushkin, moscow</code> . Откат к <code>get_info_surname_town</code> , завершение унификации.

Пример терма строится при доказательстве цели и хранится до получения конечного ответа либо до отката. ЗАЧЕМ?