

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ**

**Львівський національний університет імені Івана Франка**

**Факультет електроніки та комп'ютерних технологій**

**ЗВІТ**

**З ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ №3**

**з курсу “СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ” на  
тему “РОБОТА З ФАКТАМИ В CLIPS”**

**Виконав:**  
**студент групи Фес-21С**  
**Осадчук Дмитро**  
**Перевірив:**  
**Грабовський В.А**

**Львів-2024**

**Мета роботи** - отримати навички введення в CLIPS впорядкованих та неупорядкованих фактів та їх перетворень.

**Завдання до роботи:**

Вивчити роль та значення фактів у експертних системах. Засвоїти особливості різних методів представлення і введення впорядкованих і неупорядкованих фактів у середовищі CLIPS та дії функцій, призначених для маніпуляції з введеними фактами – перевірки наявності введених фактів у робочій пам'яті, їх модифікації і зміни, видалення, очищення списку фактів, глибокого очищення середовища. Засвоїти особливості введення одиночних фактів та їх масивів і команд, які використовуються при цьому.

**Порядок виконання роботи:**

1. Ознайомтеся з особливостями опису, створення та введення впорядкованих і неупорядкованих фактів у CLIPS та маніпуляцій з ними.
2. Створіть список впорядкованих фактів у вигляді списку студентів групи у вигляді (student <name> <date-of-birth> <kurs>).
3. Використовуючи команду *assert*, введіть створений список впорядкованих фактів у CLIPS, додаючи їх по черзі в діалоговому вікні.

## Теоретичні відомості

У CLIPS застосовується два типи представлення фактів – у вигляді впорядкованих (ordered facts) і неупорядкованих (non-ordered facts) фактів, або шаблонів (template facts). Посилатися на дані, що зафіксовані у факті, можна або використовуючи строго задану позицію значення в списку даних для впорядкованих фактів, або ж вказуючи ім'я для шаблонів і значення слотів у неупорядкованих фактах.

Факти є однією з основних форм представлення інформації в системі CLIPS, складаються з символного поля імені-відношення, за яким слідує або нелімітована кількість символних полів (розділених недрукованими символами, зазвичай – пробілами) (у випадку впорядкованих фактів), або слотів і пов'язаних з ними значень (у неупорядкованих фактах), та зберігаються в оперативній пам'яті комп'ютера. Весь факт (як і кожен слот) обмежується відкриваючою і закриваючою круглими дужками.

Факт у CLIPS може описуватися або індексом, або ж його адресою (змінним покажчиком, що зберігає індекс факту). Кожного разу, коли факт додається (змінюється), йому привласнюється унікальний цілочисельний індекс. Індеси фактів починаються з нуля і для кожного нового або зміненого факту збільшуються на одиницю. Ідентифікатор факту записується у вигляді f-<індекс>. Наприклад, запис f-10 служить для позначення факту з індексом 10. Кожного разу після виконання очищення пам'яті (тобто виконання команд reset чи clear) виділення індексів фактів починається з нуля. Для переглядання поточного списку фактів використовується команда facts.

Впорядковані факти складаються з виразу символного типу, за яким слідує необмежена послідовність (можливо, і порожня) з полів, розділених недрукованими символами (пропусками). Перше поле запису визначає

«ім'я відношення» (або «зв'язок» факту), яке застосовується до полів, що залишилися. Весь запис поміщається в круглі дужки. Синтаксис впорядкованого факту:

**(дані\_типу\_symbol [поле]\*).**

Для задання шаблону, який потім може використовуватися і при доступі до полів (слотів) неупорядкованого факту за їх іменами, використовується конструктор deftemplate. Його створення і

введення в CLIPS призводить до появи в поточній базі знань системи інформації про шаблон факту, за допомогою якого в неї надалі можна буде додавати факти, що відповідають заданому шаблону.

Синтаксис конструктора `deftemplate`:

```
(deftemplate <relation-name>[“Необов’язковий коментар”]  
  <slot-definition>  
  ...  
  <slot-definition> )
```

Після визначення відповідної конструкції `deftemplate` неупорядковані факти можна додавати у пам’ять системи за допомогою команди `assert` (цією командою факти додаються поодиночі) або з використанням конструктиву `deffacts` (ним додається масив неупорядкованих фактів).

Приклад шаблону для введення неупорядкованого факту `student` і приклад введення даних в нього:

```
(deftemplate student  
  (slot name)  
  (slot age)  
  (slot eye-color)  
  (slot hair-color) )
```

```
(assert (student  
  (name «Іван Іванович Іваненко»)  
  (age 23)  
  (eye-color blue)  
  (hair-color black)))
```

Перевірити поточний стан списку фактів можна або за допомогою введення в діалоговому вікні команди `facts` (тоді список усіх наявних в системі фактів буде виведений в діалоговому вікні), або викликавши пункт 1 Facts Window меню Window (тоді список наявних в системі фактів буде виведений у вікні Facts (MAIN), яке з’являється в полі дисплея).

Повний синтаксис команди `facts` такий:

```
(facts [<start> [<end> [<maximum>]]])
```

Нові факти можуть бути додані до наявних у списку з

використанням команди `assert`, яка має такий синтаксис:

**(assert <fact>+)**

Для видалення фактів з поточного списку фактів в CLIPS передбачена функція `retract`, яка видаляє з поточного списку довільну кількість фактів, і має такий синтаксис:

**(retract <fact-index>+ \*)**

Для визначення, чи міститься в поточному списку фактів факт з вказаним індексом, використовується функція `fact-existp` з синтаксисом:

**(fact-existp <fact-index>)**

Для завантаження збережених раніше файлів використовується команда

`loadfacts` з синтаксисом:

**(load-facts <file-name>)**

При завантаженні фактів командою `load-facts` необхідно пам'ятати, що якщо у записаному файлі є факти, пов'язані з явно створеними за допомогою конструктора `deftemplate` шаблонами, то на момент завантаження всі необхідні шаблони повинні бути вже визначені в системі. Якщо ця умова не буде виконана, то завантаження фактів закінчиться невдачею.

Факти можна включати в базу даних не поодиночі, а цілим масивом. Таке введення зручне, наприклад, при введенні фактів, що представляють початкові знання, або множини фактів, введення яких вимагає набору однотипних команд. Для цього в CLIPS призначений конструктор `deffacts`, синтаксис якого такий:

**(deffacts <deffacts-name> [<optional-comment>] <facts>\* )**

Для роботи з шаблонними фактами (з їх вмістом)

використовуються функції `modify`, `duplicate`.

Модифікувати значення слотів невпорядкованих фактів можна за допомогою команди `modify`. Синтаксис команди `modify` є таким:

**(modify <fact-index> <slot-modifier> +)**

Команда `modify` діє за принципом витягання первинного факту і подальшого додавання нового факту після модифікації вказаних значень слотів.

Команда `duplicate` діє за таким же принципом, що і команда

modify – за винятком того, що видалення первинного факту тут не відбувається – і дозволяє копіювати існуючі факти за заданим шаблоном, замінюючи вказані користувачем значення слотів.

Синтаксис команди:

**(duplicate <fact-index> <slot-modifier> +)**

Фактично, функція duplicate створює новий (з новим індексом) невпорядкований факт заданого шаблону шляхом копіювання в нього у незміненому вигляді групи слотів уже існуючого факту та модифікуючи значення вказаного в команді слота (слотів). У випадку, якщо доданий з допомогою duplicate факт уже є у списку фактів, у діалоговому вікні буде повернуте значення FALSE.

### Хід роботи:

Створив список впорядкованих фактів (див. рис 1) у вигляді списку студентів групи у вигляді (student<name><date-of-birth><kurs>)

```
CLIPS (6.31 6/12/19)
CLIPS> (assert (student "Vika" "11.03.2006" "2 kurs"))
==> f-1      (student "Vika" "11.03.2006" "2 kurs")
<Fact-1>
CLIPS> (assert (student "Sasha" "11.07.2005" "3 kurs"))
==> f-2      (student "Sasha" "11.07.2005" "3 kurs")
<Fact-2>
CLIPS> (assert (student "Ivan" "03.04.2006" "2 kurs"))
==> f-3      (student "Ivan" "03.04.2006" "2 kurs")
<Fact-3>
CLIPS> █
```

Рис. 1. Введення впорядкованих фактів у CLIPS через діалогове вікно.

Переглянув список введених фактів, використовуючи команду *facts*. (див. рис 2)

```
CLIPS> (facts)
f-0      (initial-fact)
f-1      (student "Vika" "11.03.2006" "2 kurs")
f-2      (student "Sasha" "11.07.2005" "3 kurs")
f-3      (student "Ivan" "03.04.2006" "2 kurs")
For a total of 4 facts.
CLIPS>
```

Рис. 2. Результат виконання команди *facts*, що виводить всі попередньо введені факти.

Переглянув список введених фактів, використовуючи “Deftemplate Manager” з меню “Browse”. (див. рис 3)

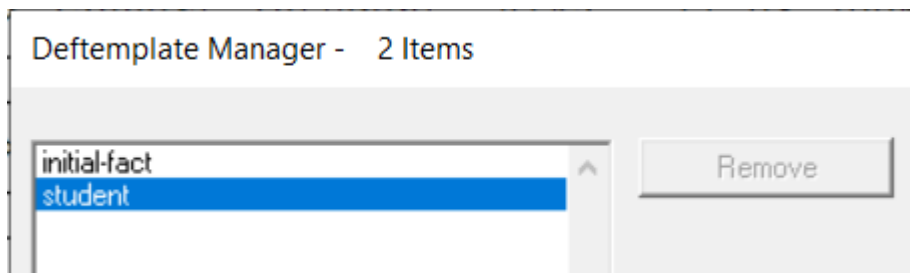


Рис. 3. Виведення списку “student”, у вигляді якого було введено факти.

Переглянув список введених фактів, використовуючи опцію 1 Facts Windows з меню Windows. (див. рис. 4)

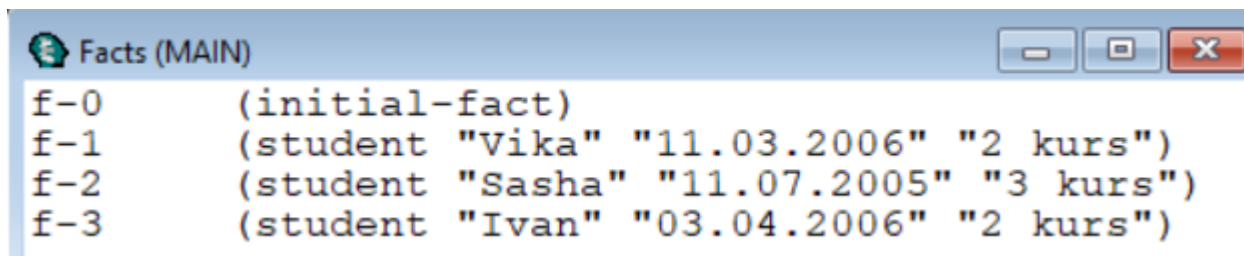


Рис. 4. Виведення створених фактів за допомогою опції “1 Facts Windows”.

Видалив декілька фактів зі сформованого списку, використовуючи функцію *retract*. (див. рис 5)

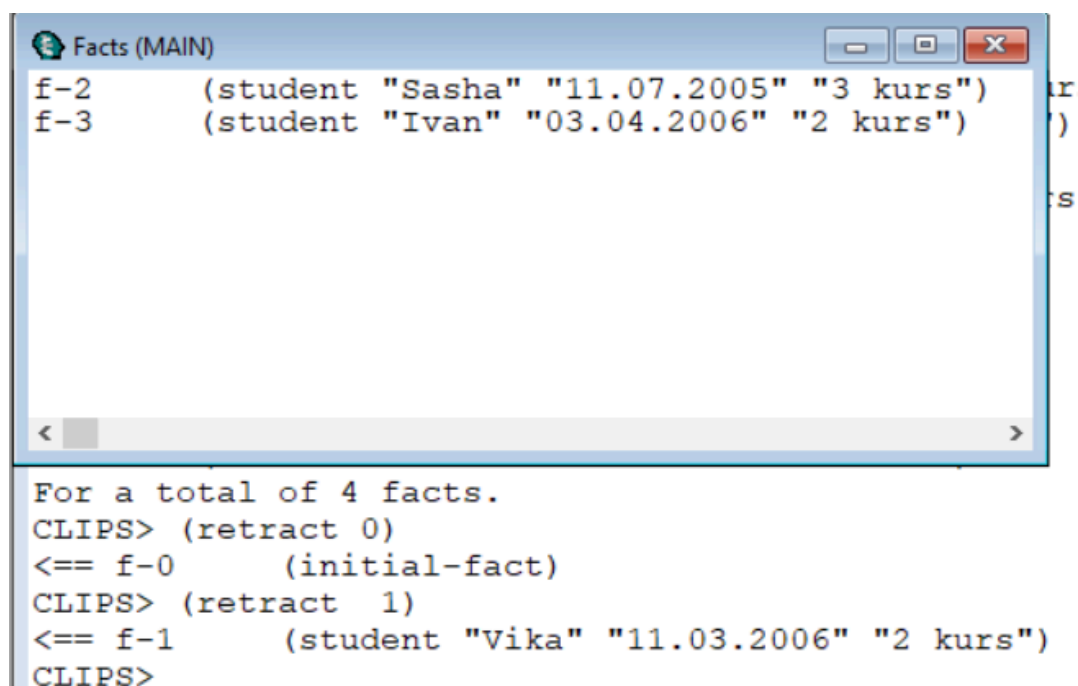


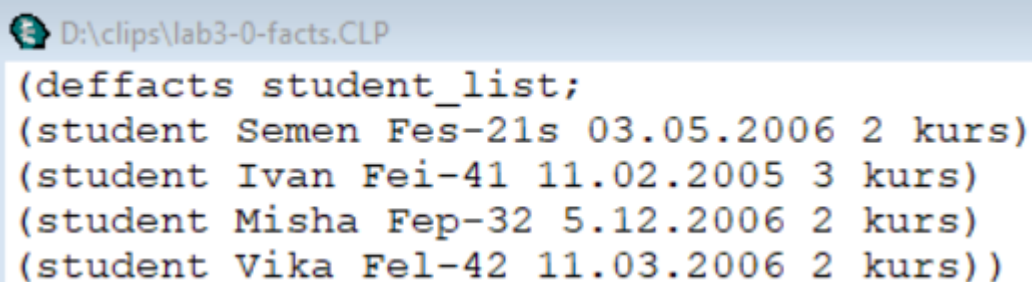
Рис. 5. Видалення фактів з індексами 0 та 1 та виведення існуючих фактів.

Використав функцію `fact-existp` аби переконатись в існуванні фактів зі вказаними індексами. (див. рис 6)

```
CLIPS> (fact-existp 1)
FALSE
CLIPS> (fact-existp 2)
TRUE
CLIPS> █
```

Рис.6 Перевірка існування фактів з індексами 1 та 2

Ввів масив впорядкованих фактів за допомогою конструктора `deffacts`. та зберіг його у файл “`lab3-0-facts.clp`” (див. рис. 7)



```
D:\clips\lab3-0-facts.CLP
(deffacts student_list;
(student Semen Fes-21s 03.05.2006 2 kurs)
(student Ivan Fei-41 11.02.2005 3 kurs)
(student Misha Fep-32 5.12.2006 2 kurs)
(student Vika Fel-42 11.03.2006 2 kurs))
```

Рис. 7. Список введених фактів



Використовуючи збережений файл вивів отримані факти (див. рис. 8)

```
[CSTRCPSR1] WARNING: Redefining deffacts: student_list
TRUE
CLIPS> (reset)
<== f-0      (initial-fact)
<== f-1      (student Semen Fes-21s 03.05.2006 2 kurs)
<== f-2      (student Ivan Fei-41 11.02.2005 3 kurs)
<== f-3      (student Misha Fep-32 5.12.2006 2 kurs)
<== f-4      (student Vika Fel-42 11.03.2006 2 kurs)
==> f-0      (initial-fact)
==> f-1      (student Semen Fes-21s 03.05.2006 2 kurs)
==> f-2      (student Ivan Fei-41 11.02.2005 3 kurs)
==> f-3      (student Misha Fep-32 5.12.2006 2 kurs)
==> f-4      (student Vika Fel-42 11.03.2006 2 kurs)
CLIPS> (facts)
f-0      (initial-fact)
f-1      (student Semen Fes-21s 03.05.2006 2 kurs)
f-2      (student Ivan Fei-41 11.02.2005 3 kurs)
f-3      (student Misha Fep-32 5.12.2006 2 kurs)
f-4      (student Vika Fel-42 11.03.2006 2 kurs)
For a total of 5 facts.
CLIPS> █
```

(Рис.8 виведення отриманих фактів з файлу)

Створив шаблон для невпорядкованих фактів, зберіг файл як lab3-1-template.clp (див. рис. 9)

```
(deftemplate student
  (slot name)
  (slot grupa)
  (slot kurs))
```

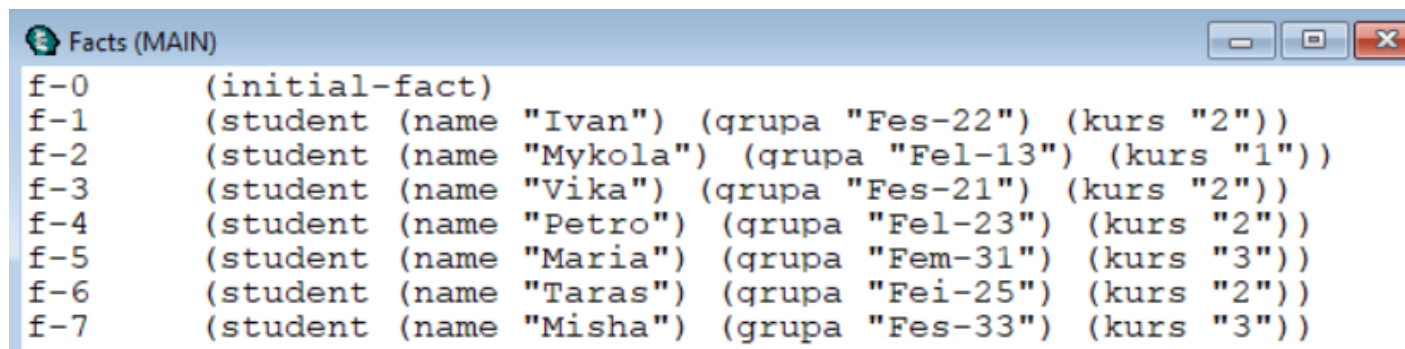
(Рис. 9 шаблон невпорядкованих фактів)

Записав відповідні факти за допомогою шаблону і зберіг його у файл lab-3-1-facts1.clp. Завантажив збережені файли та активував факти за допомогою *reset* (див. рис. 10)

```
CLIPS> (load "D:/clips/lab3-1-template.CLP")
Defining deftemplate: student
TRUE
CLIPS> (load "D:/clips/lab3-1-facts.CLP")
Defining deffacts: students
TRUE
CLIPS> (reset)
<== f-0      (initial-fact)
==> f-0      (initial-fact)
==> f-1      (student (name "Ivan") (grupa "Fes-22") (kurs "2"))
==> f-2      (student (name "Mykola") (grupa "Fel-13") (kurs "1"))
==> f-3      (student (name "Vika") (grupa "Fes-21") (kurs "2"))
==> f-4      (student (name "Petro") (grupa "Fel-23") (kurs "2"))
==> f-5      (student (name "Maria") (grupa "Fem-31") (kurs "3"))
==> f-6      (student (name "Taras") (grupa "Fei-25") (kurs "2"))
==> f-7      (student (name "Misha") (grupa "Fes-33") (kurs "3"))
-----
```

(Рис. 10 завантаження збережених файлів та активація фактів)

Переглянув факти у вікні Facts Windows (див. рис. 11)



(Рис. 11 вікно Facts)

Модифікував факт з індексом 1, де змінив ім'я студента, за допомогою команди *modify* (див. рис. 12)

```
CLIPS> (modify 1 (name "Sashko"))  
<== f-1      (student (name "Ivan") (grupa "Fes-22") (kurs "2"))  
==> f-8      (student (name "Sashko") (grupa "Fes-22") (kurs "2"))
```

(Рис. 12 модифікований факт)

Продублював факт з індексом 2, де змінив ім'я студента на інше за допомогою команди *duplicate* (див. рис. 13)

```
CLIPS> (duplicate 2 (name "Mytyta"))  
==> f-9      (student (name "Mytyta") (grupa "Fel-13") (kurs "1"))  
<Fact-9>  
CLIPS> (facts)  
f-0      (initial-fact)  
f-2      (student (name "Mykola") (grupa "Fel-13") (kurs "1"))  
f-3      (student (name "Vika") (grupa "Fes-21") (kurs "2"))  
f-4      (student (name "Petro") (grupa "Fel-23") (kurs "2"))  
f-5      (student (name "Maria") (grupa "Fem-31") (kurs "3"))  
f-6      (student (name "Taras") (grupa "Fei-25") (kurs "2"))  
f-7      (student (name "Misha") (grupa "Fes-33") (kurs "3"))  
f-8      (student (name "Sashko") (grupa "Fes-22") (kurs "2"))  
f-9      (student (name "Mytyta") (grupa "Fel-13") (kurs "1"))
```

(Рис. 13 дублювання факту і зміна його поля *name*)

Видалив факти з індексами: 2, 3, 4; за допомогою команди *retract* та переглянув їх уже знайомою командою *facts*

(див. рис. 14)

```
CLIPS> (retract 2 3 4)  
<== f-2      (student (name "Mykola") (grupa "Fel-13") (kurs "1"))  
<== f-3      (student (name "Vika") (grupa "Fes-21") (kurs "2"))  
<== f-4      (student (name "Petro") (grupa "Fel-23") (kurs "2"))  
CLIPS> (facts)  
f-0      (initial-fact)  
f-5      (student (name "Maria") (grupa "Fem-31") (kurs "3"))  
f-6      (student (name "Taras") (grupa "Fei-25") (kurs "2"))  
f-7      (student (name "Misha") (grupa "Fes-33") (kurs "3"))  
f-8      (student (name "Sashko") (grupa "Fes-22") (kurs "2"))  
f-9      (student (name "Mytyta") (grupa "Fel-13") (kurs "1"))
```

(Рис. 14 видалення фактів)

Зберіг факти у файл lab3-facts2.clp (див. рис. 15)

```
For a total of 6 facts.  
CLIPS> (save-facts "lab3-facts2.clp")  
TRUE  
CLIPS> █
```

(Рис. 15. збереження фактів у файл)

Використовуючи збережений шаблон під іменем lab3-1-template.clp та збережений файл з фактами lab3-facts2.clp відкрив збережений файл з фактами і вивів їх (див. рис. 16)

```
CLIPS> (load "lab3-1-template.clp")  
Defining deftemplate: student  
TRUE  
CLIPS> (load "lab3-facts2.clp")  
Defining deffacts: students  
TRUE  
CLIPS> (reset)  
CLIPS> (facts)  
f-0      (initial-fact)  
f-1      (student (name "Maria") (grupa "Fem-31") (kurs "3"))  
f-2      (student (name "Taras") (grupa "Fei-25") (kurs "2"))  
f-3      (student (name "Misha") (grupa "Fes-33") (kurs "3"))  
f-4      (student (name "Sashko") (grupa "Fes-22") (kurs "2"))  
f-5      (student (name "Mytyta") (grupa "Fel-13") (kurs "1"))  
For a total of 6 facts.
```

(Рис. 16 завантаження шаблону і збережених фактів)

**Висновок:** я навчився працювати з фактами в середовищі CLIPSIDE, освоїв навички збереження файлів, їх відкриття.

## Додаток

### Текст програми:

#### Вміст файлу “*lab3-0-facts.CLP*”

```
(deffacts student_list;  
(student Semen Fes-21s 03.05.2006 2 kurs)  
(student Ivan Fei-41 11.02.2005 3 kurs)  
(student Misha Fep-32 5.12.2006 2 kurs)  
(student Vika Fel-42 11.03.2006 2 kurs))
```

#### Вміст файлу “*lab3-1-facts.CLP*”

```
(deffacts students  
(student (name "Ivan") (grupa "Fes-22") (kurs "2"))  
(student (name "Mykola") (grupa "Fel-13") (kurs "1"))  
(student (name "Vika") (grupa "Fes-21") (kurs "2"))  
(student (name "Petro") (grupa "Fel-23") (kurs "2"))  
(student (name "Maria") (grupa "Fem-31") (kurs "3"))  
(student (name "Taras") (grupa "Fei-25") (kurs "2"))  
(student (name "Misha") (grupa "Fes-33") (kurs "3"))))
```

#### Вміст файлу “*lab3-1-template.CLP*”

```
(deftemplate student  
(slot name)  
(slot grupa)  
(slot kurs))
```

#### Вміст файлу “*lab3-facts2.CLP*”

```
(deffacts students  
(student (name "Maria") (grupa "Fem-31") (kurs "3"))  
(student (name "Taras") (grupa "Fei-25") (kurs "2"))  
(student (name "Misha") (grupa "Fes-33") (kurs "3"))  
(student (name "Sashko") (grupa "Fes-22") (kurs "2"))  
(student (name "Mytyta") (grupa "Fel-13") (kurs "1"))))
```