

Лабораторна робота №3

Типи даних. Сумісність та перетворення типів

Мета роботи: освоєння поняття типів даних та правил їх використання, оволодіння засобами перетворення типів у TP (Free Pascal) та VBA

Теоретичні відомості

3.1. Типи даних в Pascal

Кожна змінна або константа, що використовується в програмі належить до одного з типів. Pascal має добре розвинуту систему типізації даних, яка будується на чотирьох групах стандартних типів - так званих скалярних типах.

Цілі типи описують змінні, які можуть приймати тільки цілі значення. Список цілих типів та їх характеристики наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Цілі типи TurboPascal

Назва	Діапазон значень	Розмір пам'яті
Shortint	-128 ... 127	1 байт
Integer	-32768 ... 32767	2 байти
Longint	-2147483648 ... 2147483647	4 байти
Byte	0 ... 255	1 байт
Word	0 ... 65535	2 байти

Цілі типи Free Pascal включають усі перераховані, а також типи, перераховані в таблиці 3.2. Крім того тип **Integer** – залежно від апаратної платформи та операційної системи може бути розміру **Smallint**, **Longint** або **Int64**. Додатково введено тип **Cardinal**, який за тих же умов може мати розмір **Word**, **Longword** або **Qword**.

Таблиця 3.2 – Додаткові цілі типи Free Pascal

Назва	Діапазон значень	Розмір пам'яті
Smollint	-32768 ... 32767	2 байти
Longword	0 ... 4294967295	4 байти
Int64	-9223372036854775808 ... 9223372036854775807	8 байтів
QWord	0 ... 18446744073709551615	8 байтів

Дійсні типи описують змінні, що мають дійсні значення. Список дійсних типів та їх характеристики наведено в табл. 3.3.

У середовищі Free Pascal тип **Real** залежить від апаратної платформи та операційної системи і може мати розмір 4, 6 або 8 байтів. Дійсні типи крім **Real** працюють тільки у випадку наявності математичного співпроцесора i87 (8087, 80287, 387, DX486) котрий суттєво прискорює виконання розрахунків з плаваючою десятичною крапкою, або при включенні директиви компілятора на емуляцію співпроцесора. Сучасні персональні комп'ютери, які містять центральний процесор класу Pentium та вище завжди мають математичний співпроцесор. Тип **Comp** хоча й належить до дійсних типів служить для зберігання цілих чисел з великою кількістю знаків (19-20).

Таблиця 3.3 – Дійсні типи TurboPascal

Назва	Діапазон значень	Кількість цифр	Розмір пам'яті
Real	2.9E-39 ... 1.7E+38	11-12	6 байтів
Single	1.5E-45 ... 3.4E+38	7-8	4 байти
Double	5.0E-324 ... 1.7E+308	15-16	8 байтів
Extended	3.4E-4932 ... 1.1E+4932	19-20	10 байтів
Comp	-9.2E+18 ... 9.2E+18	19-20	8 байтів

Символьний тип описує змінні або константи, що приймають значення одного з символів множини **ASCII** (American Standard Cod For Information Interchange), що включає в себе 256 символів з номерами від 0 до 255. При

використанні на комп'ютері специфічного програмного забезпечення, з метою використання національних мов, таблицю символів можна модифікувати.

Значення символічних змінних може передаватись двома основними способами - братися в апострофи 'A', або через номер символу в таблиці #65.

Приклад:

```
var Ch : Char;  
BEGIN  
Ch := #67; { Перемінній Ch присвоєне значення C }  
Ch := 'C'; { Теж саме } END.
```

Булевий тип описує змінні, що можуть приймати одне з двох значень **True** (істина) та **False** (хибне)

Призначення тій чи іншій змінній одного з вказаних типів проводиться в блоці описів, слідом за словом **Var** (змінні).

Рядковий тип не є скалярним, і являє собою набір символів. Описується ключовим словом **String**. Може застосовуватись в двох варіантах:

var STdyn : String; - рядок довільної довжини, кількість використаної пам'яті динамічно змінюється залежно від реальної довжини рядка;

var STst : String[N]; - рядок заданої (статичної) довжини, кількість використаної пам'яті постійна, по одному байту на символ;

На основі стандартних (цілих та символічних) типів, можуть бути побудовані нові типи, що являють собою обмежені проміжки зі стандартних.

Приклад:

```
type      litle_int = 1..100;  
          LatCap   = 'A'..'Z';  
          ZChar    = #32..#254;  
var      i,j : litle_int;  
          d  : 5..28;  
          NCh : LatCap;  
          Symbol: ZChar;
```

Іншими похідними є перерахункові типи. Такий тип створюється перерахуванням усіх можливих значень змінної.

Приклад:

```
type    Days = (Sunday, Monday, Tuesday, Wednesday,  
Thursday, Friday, Saturday)  
var DD: Days;
```

Можливе використання комбінації перерахуваних та обмежених типів:

```
type    Days = (Sunday, Monday, Tuesday, Wednesday,  
Thursday, Friday, Saturday) ;  
type    WorkDays = Monday..Friday;
```

Визначення еквівалентності типів має велике значення, через те що усі змінні у TurboPascal типізовані. За визначенням два типи **t1** та **t2** є еквівалентними лише у випадку коли виконується одна з двох умов:

- **t1** та **t2** являють собою один ідентифікатор типу;
- один з типів описано з використанням іншого через пряму рівність: **t1 = t2**.

Приклад :

```
type    t1 = 1..100;  
        t2 = t1;  
        t3 = 1..100;  
        t4, t5 = t3;
```

Серед описаних типів **t1**, **t2** та **t3**, **t4**, **t5** є дві групи типів, еквівалентних всередині груп та нееквівалентних між групами.

Крім еквівалентних типів розрізняють сумісні типи, та типи сумісні за присвоєнням. Сумісними є два типи якщо виконується хоча б одна з умов:

- типи еквівалентні;
- обидва типи або цілі або дійсні;
- один з типів обмежений, причому описаний на другому типі;
- обидва типи обмежені, причому описані на одному й тому ж типі;
- обидва типи множинні, причому їх базові типи сумісні;
- інші співвідношення відносно складніших, структурованих типів даних.

Сумісність типів є обов'язковою при операціях у виразах, порівняннях та ін. Частковим випадком сумісності є сумісність за присвоєнням. Сумісність за присвоєнням означає що тип результату виразу по правий бік від знаку присвоєння (**:=**) сумісний з типом змінної з лівого боку.

Два типи є сумісними за присвоєнням, якщо виконується хоча б одна з умов (для простих типів):

- типи сумісні, і значення типу правої частини потрапляють в діапазон можливих значень типу лівої частини;
- тип лівої частини - дійсний, а правої - цілий;
- інші співвідношення відносно складніших, структурованих типів даних.

Перетворення типів здійснюють за допомогою спеціальних функцій, перелік яких наведено в табл 3.4.

Перетворення від будь-якого цілого та символного типу, перелічувальних і обмежених, створених на їх основі, до інших типів з цієї групи може здійснюватись через пряме вказання.

Таблиця 3.4 – Вбудовані функції перетворення типів.

Функція	Тип аргументу	Тип функції	Дія
Int	Real	Real	Повертає цілу частину числа в форматі дійсного числа
Frac	Real	Real	Повертає дробову частину числа
Trunc	Real	Longint	Повертає цілу частину числа
Round	Real	Longint	Повертає ціле число, найближче до аргумента
Ord		Longint	Повертає порядковий номер аргументу перелічувального або символного типу
Chr	Byte	Char	Повертає символ з вказаним номером

Приклад:

```

type      Color = (Red, Green, Blue);  var  i : integer;
      b : byte;
      c : char;
      p : Color;
Begin
  i := Integer('A') {присвоює змінній i значення 65}
  b := byte('B')    {присвоює змінній b значення 66}
  c := char(68)     {присвоює змінній c значення 'D'}
  i := Integer(Green) {присвоює змінній i значення 1}

```

```
p := Color(0)      {присвоює змінній p значення Red}
```

2. Типи даних в VBA

При програмування в VBA попередньо описувати дані необов'язково, але наявність такого опису покращує зовнішній вигляд та час виконання програми, а також полегшує програмування та відлагоджування. Перевести VBA в режим обов'язкового застосування опису змінних можна за допомогою оператора **Option explicit** (див. Лаб. роб. 2). Незалежно від наявності чи відсутності опису, VBA відносить кожен змінну до одного з типів, керуючись при цьому або безпосередньо описом, або значенням при ініціалізації. Іншою відмінністю VBA від Pascal є можливість опису змінних не в окремому блоці описів, а у будь-якому місці програми до першого використання змінної.

VBA дозволяє використовувати такі типи даних:

Цілі типи (табл. 3.5.)

Таблиця 3.5 - Перелік цілих типів VBA

Назва	Діапазон значень	Розмір пам'яті
Byte	0 ... 255	1 байт
Integer	-32768 ... 32767	2 байти
Long	-2147483648 ... 2147483647	4 байти
Currency	-922337203685477.5808 ... 922337203685477.5807	8 байтів

Тип даних **Currency** – грошовий призначений спеціально для проведення операцій з грошовими одиницями, де категорично не рекомендується проводити заокруглення результатів. При розрахунках зберігається два зайвих знаки. Не дивлячись на те, що візуальне представлення числа не являється цілим, програма працює з такими змінними саме як з цілими.

Приклади декларування змінних цілих типів:

```
Dim A as Byte
```

```
Dim USD as Currency
```

Дійсні типи (табл. 3.6)

Таблиця 3.6 – Перелік дійсних типів VBA.

Назва	Діапазон значень	Розмір пам'яті
Single	1.5E-45 ... 3.4E+38	4 байти
Double	5.0E-324 ... 1.7E+308	8 байтів

Приклади декларування змінних дійсних типів:

Dim C as Single

Dim DC as Double

Тип Data. Спеціальний тип даних, розроблений спеціально для зберігання та обробки значень дати та часу. Змінні типу **Data** розміщуються в 8 байтах і являють собою числа з фіксованим десятинним знаком, ліва (ціла) частина якого позначає дату в межах від 01 січня 100 року до 31 грудня 9999 року, а права (дробова) – час доби від 0:00:00 до 23:59:59. VBA дозволяє представляти єдину величину дата-час у одному з багатьох різноманітних форматів відображення дати та часу.

Приклад використання:

Dim T as Data

Тип Boolean, як і в випадку TP розміщує дані логічного (булевого) типу. Розмір пам'яті для змінних цього типу складає 2 байти, а множина значень складається з двох "**TRUE**" – істина та "**FALSE**" – хибне.

Приклад використання:

Dim B as Boolean

Тип String, описує змінні, що являються послідовностями символів. Як і в TP можливе використання послідовностей з фіксованою (вказаною) кількістю символів та динамічної довжини.

Dim Sdyn as String

Dim Sst as String *25

VBA дозволяє більшу свободу в сумісності типів. Дані дійсних типів можуть присвоюватись змінним цілих типів напряму, при цьому відбувається автоматичне округлення до цілого. В ряді випадків виникає необхідність перетворити число в рядок, для чого використовується функція **Str()**, а також рядок цифр в число, для чого використовується функція **Val()**.

Завдання на лабораторну роботу.

Скласти та відлагодити програму з описом даних різних типів за завданням викладача. Використати функції перетворення типів даних. Зробити висновки.

Рекомендована література: [2], [3], [5], [6] , [7], [8]