

A chalkboard with mathematical symbols and a wooden tray containing various colored chalks. The chalkboard has a blue circle with a horizontal line through it, and the word "SUM" written in yellow. The wooden tray contains several pieces of chalk in blue, white, yellow, and orange. The background is a dark blue gradient.

Лекция №3

Типы данных

План лекции

1. Концепция типа данных
2. Типы данных в языке Паскаль
3. Базовые и конструируемые типы
4. Раздел описания типов
5. Порядковые типы данных
 - 5.1. Функции и процедуры применяемые к порядковым типам
 - 5.2. Целочисленные типы данных
 - 5.3. Логический тип данных
 - 5.4. Символьный тип данных
 - 5.5. Перечисляемые типы данных
 - 5.6. Интервальные типы данных
6. Вещественные типы данных
 - 6.1. Вещественные типы
 - 6.2. Запись вещественных чисел
7. Форматный вывод данных
8. Конструируемые типы данных
9. Преобразование типов
 - 9.1. Неявное преобразование типов
 - 9.2. Явное преобразование типов
 - 9.3. Функции изменяющие тип данных

Концепция типа данных

Для временного хранения информации в операторах памяти машины в языке Паскаль используются константы и переменные. Они могут быть различных типов.

Все данные, используемые в программе, должны быть предварительно определены.

Для каждого данного надо обозначить

- имя;
- характер и диапазон изменения значений;
- требуемую память для размещения;
- набор допустимых к ним операций.

Концепция типа данных

Тип данных определяет:

- возможные значения переменных, констант, функций, выражений, принадлежащих к данному типу;
- внутреннюю форму представления данных в ЭВМ;
- операции и функции, которые могут выполняться над величинами, принадлежащими к данному типу.

Типы данных в языке Паскаль



Базовые и конструируемые типы

Базовые типы – типы, определяемые в языке программирования.

Конструируемые типы – типы, которые задаются программистом.

Базовые и конструируемые типы

Типы данных

Базовые

Конструируемые

Целые

Логические

Символьные

Вещественные

Указатели

Массивы

Множества

Записи

Файлы

Перечисляемые

Указатели

Строки

Процедурные

Объекты

Базовые и конструируемые типы

Например переменные базовых типов могут быть определены в разделе описания переменных

Var

```
a, b : real;  
d: integer;
```

Конструируемые типы так же могут быть описаны в разделе описания переменных

Var

```
s : string;
```


Раздел описания типов

Типы данных, конструируемые программистом, описываются в разделе Type по следующему шаблону:

Type

```
<ИМЯ_ТИПА> = <описание_типа>;
```

Например:

Type

```
lat_bukvy = 'a..'z','A..'Z';
```

Раздел описания типов

Базовые типы данных являются стандартными, поэтому нет нужды описывать их в разделе Type.

Однако при желании это тоже можно сделать, например, дав длинным определениям короткие имена. Скажем, введя новый тип данных

Type

```
int = integer;
```

Тогда можно описать переменные

Var

```
x, y : int;
```

Порядковые типы данных

Целые:

shortint

byte

integer

word

longint

Логические:

boolean

Символьные:

char;

Перечисляемые:

задаются перечислением значений и/или диапазонами значений.

Функции применяемые к порядковым типам

`ord(x)` возвращает порядковый номер значения переменной `x` (относительно того типа, к которому принадлежит переменная `x`).

`pred(x)` возвращает значение, предшествующее `x` (к первому элементу типа неприменима).

`succ(x)` возвращает значение, следующее за `x` (к последнему элементу типа неприменима).

Процедуры применяемые к порядковым типам

$\text{inc}(x)$ возвращает значение, следующее за x (для арифметических типов данных это эквивалентно оператору $x:=x+1$).

$\text{inc}(x,k)$ возвращает k -е значение, следующее за x (для арифметических типов данных это эквивалентно оператору $x:=x+k$).

$\text{dec}(x)$ возвращает значение, предшествующее x (для арифметических типов данных это эквивалентно оператору $x:=x-1$).

$\text{dec}(x,k)$ возвращает k -е значение, предшествующее x (для арифметических типов данных это эквивалентно оператору $x:=x-k$).

Целочисленные типы данных

Тип данных	Количество бит	Диапазон	
shortint	8	-128..127	$-2^7..2^7-1$
byte	8	0..255	$0..2^8-1$
integer	16	-32768..32767	$-2^{15}..2^{15}-1$
word	16	0..65535	$0..2^{16}-1$
longint	32	-2147483648..2147483647	$-2^{31}..2^{31}-1$

Над целыми типами определены такие операции:

+ - * / mod div

Логический тип данных

Логический тип `boolean` имеет два значения:
`false` и `true`

Над операндами логического типа определены такие операции:
`or`, `and`, `not`, `xor`

Для логического типа выполняются следующие равенства:

`ord(false)=0`, `ord(true)=1`, `false<true`,
`pred(true)=false`, `succ(false)=true`,
`inc(true)=false`, `inc(false)=true`,
`dec(true)=false`, `dec(false)=true`.

Символьный тип данных

В символьный тип `char` входит 256 символов расширенной таблицы ASCII

Например,

'a', 'b', 'я', '7', '&'

Номер символа, возвращаемый функцией `ord()`, совпадает с номером этого символа в таблице ASCII.

СИМВОЛЬНЫЙ ТИП ДАННЫХ

Пример описания символьной переменной:

```
Var
```

```
  simb1, simb2 : char;
```

```
Begin
```

```
  simb1:='R'; simb2:=#65; { С помощью # производится  
    перевод целого числа в соответствующий  
СИМВОЛ                данного ASCII-кода }
```

```
  write (simb1,simb2);
```

```
End.
```

Результат работы программы

RA

Перечисляемые типы данных

Перечисляемые типы данных задаются в разделе Type явным перечислением их элементов.

Например:

Type

```
week =(sun,mon,tue,wed,thu,fri,sat)
```

Напомним, что для этого типа данных:

```
inc(sat) = sun, dec(sun) = sat.
```

Интервальные типы данных (диапазоны)

Интервальные типы данных задаются только границами своего диапазона.

Например:

Type

```
month = 1..12;
```

Программист может создавать и собственные типы данных, являющиеся комбинацией нескольких стандартных типов.

Например:

Type

```
valid_for_identifiers = 'a'..'z','A'..'Z','_', '0'..'9';
```

Вещественные типы данных

Тип	Количество байт	Диапазон (абсолютной величины)
single	4	$1.5 \cdot 10^{-45} \dots 3.4 \cdot 10^{38}$
real	6	$2.9 \cdot 10^{-39} \dots 1.7 \cdot 10^{38}$
double	8	$5.0 \cdot 10^{-324} \dots 1.7 \cdot 10^{308}$
extended	10	$3.4 \cdot 10^{-4932} \dots 1.1 \cdot 10^{4932}$
comp	8	$-2^{63} + 1 \dots 2^{63} - 1$

Вещественные типы данных являются арифметическими, но не порядковыми.

Следовательно для этих типов данных выполняются арифметические операции (за исключением операций с целыми числами) и стандартные математические функции.

Запись вещественных чисел

Математическая запись	Запись на Паскале
$4 \cdot 10^{-4}$	4E -4
$0,62 \cdot 10^5$	0.62E+5 либо .62E+5
$-10,88 \cdot 10^{12}$	-10.88E12

Форматный вывод данных

Пусть

```
a:=7; b:='x'; c:=-10.5;
```

Если для вывода информации воспользоваться командой

```
write (a,b,c);
```

то выводимые символы окажутся "слеplенными".

```
7x-1.0500000000000000E+1
```

Форматный вывод данных

Используем следующую запись оператора вывода

```
write(a:5,b,c:20:5);
```

Первое число после знака ":" обозначает количество позиций, выделяемых под всю *переменную*, а второе – под дробную часть числа. Десятичная точка тоже считается отдельным символом.

Получим

```
_____7 x _____ - 10 . 5 0 0 0 0
```

(подчерк служит для визуализации пробела)

Конструируемые типы данных

Конструируемые

Массивы

Множества

Записи

Файлы

Перечисляемые

Указатели

Строки

Процедурные

Объекты

Конструируемые типы данных будут изучены на последующих лекциях.

Совместимость типов данных

В общем случае при выполнении арифметических (и любых других) операций компилятору требуется, чтобы типы операндов совпадали.

Нельзя, например, сложить массив и множество, нельзя передать вещественное число переменной, ожидающей целый аргумент, и т.п.

В то же время, любая переменная, в расчете на вещественные значения, сможет работать и с целыми числами.

Неявное преобразование типов

Тип результата арифметических операций (а следовательно, и выражений) может отличаться от типов исходных операндов.

Пример:

Var

a,b : integer;

d : real;

Begin

read (a,b);

r:=a/b;

write (r);

End.

Неявное преобразование типов

Если в некоторой операции присваивания участвуют два типа данных совместимых, но не совместимых по присваиванию, то тип присваиваемого выражения автоматически заменяется на подходящий.

Пример:

```
Var
```

```
  a : byte;
```

```
Begin
```

```
  a:=10;
```

```
  a:=-a;
```

```
  write (a);
```

```
End.
```

На экране мы увидим не -10, а 246 ($246 = 256 - 10$).

Явное преобразование типов

Тип значения можно изменить и *явным* способом:
просто указав новый тип выражения.

Пример:

```
a:= byte(b);
```

В этом случае переменной *a* будет присвоено значение, полученное новой интерпретацией значения переменной *b*.

Скажем, если *b* имеет тип `shortint` и значение `-23`,
то в *a* запишется `233 (= 256 - 23)`.

Функции изменяющие тип данных

Функции округления:

`trunc` `real -> integer`

`round` `real -> integer`

Функция преобразования строки в число

`val` `string -> byte/integer/real`

Получение символа по заданному ASCII-коду

`chr` `byte -> char`

Преобразование порядковых типов

`ord` `<порядковый_тип> -> longint`

