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

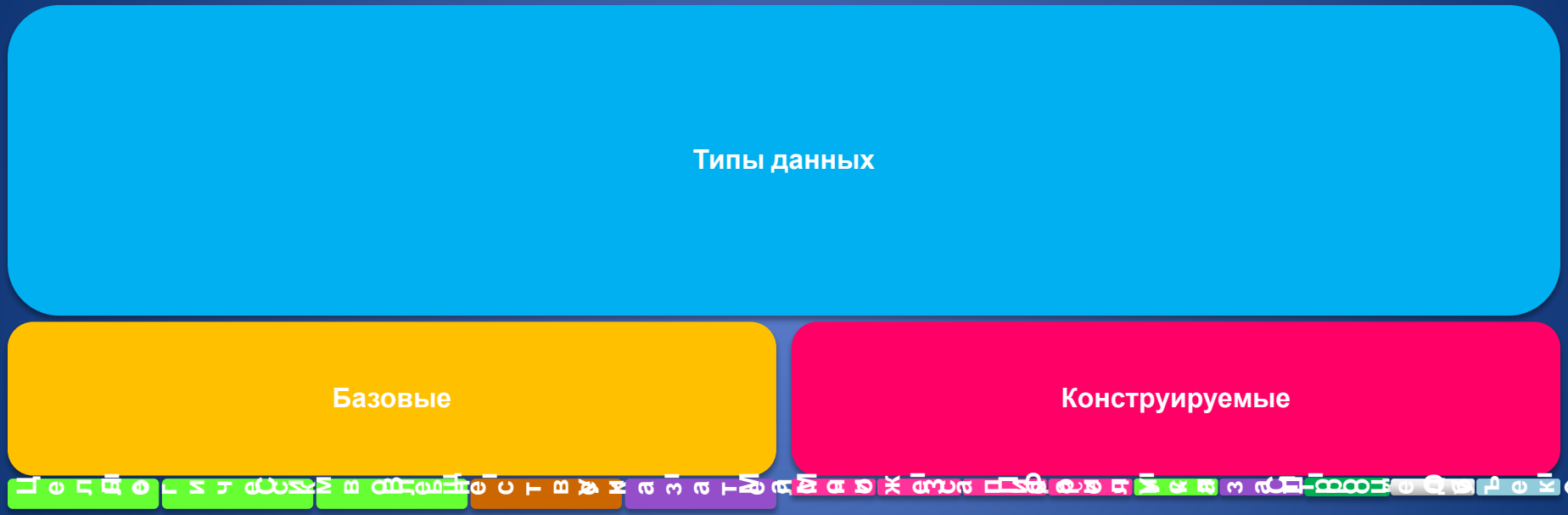
- Типы данных
  - Простые
    - Порядковые
      - Целые
      - Логические
      - Символьные
      - Перечисляемые
    - Вещественные
  - Структурированные
    - Массивы
    - Множества
    - Записи
    - Файлы
  - Указатели
  - Строки
  - Процедурные
  - Объекты

Базовые и конструируемые типы

Базовые типы – типы, определяемые в языке программирования.

Конструируемые типы – типы, которые задаются программистом.

Базовые и конструируемые типы



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

inc(x) возвращает значение, следующее за x (для *арифметических типов данных* это эквивалентно оператору x:=x+1).

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

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

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	$1.5*10^{-45}..3.4*10^{38}$
real	6	$2.9*10^{-39}..1.7*10^{38}$
double	8	$5.0*10^{-324}..1.7*10^{308}$
extended	10	$3.4*10-^{4932}..1.1*10^{4932}$
comp	8	$-2^{63}+1..2^{63}-1$

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 "слепленными".

7x-1.05000000000000E+1

Форматный вывод данных

Используем следующую запись оператора вывода

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

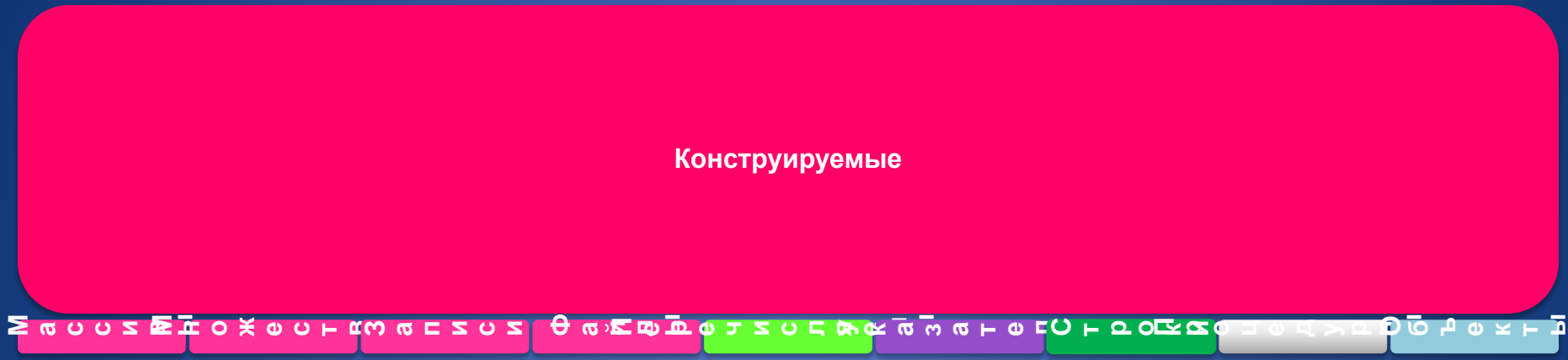
Первое число после знака ":" обозначает количество позиций, выделяемых под всю *переменную*, а второе – под дробную часть числа. Десятичная точка тоже считается отдельным символом.

Получим

␣␣␣␣7x␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣-10.50000

(подчерк служит для визуализации пробела)

Конструируемые типы данных



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