Структуры и алгоритмы обработки данных

Лекция 4

Базовые типы данных языков программирования высокого уровня (ч.2)

Основные принципы концепции типа данных

Тип данных определяет

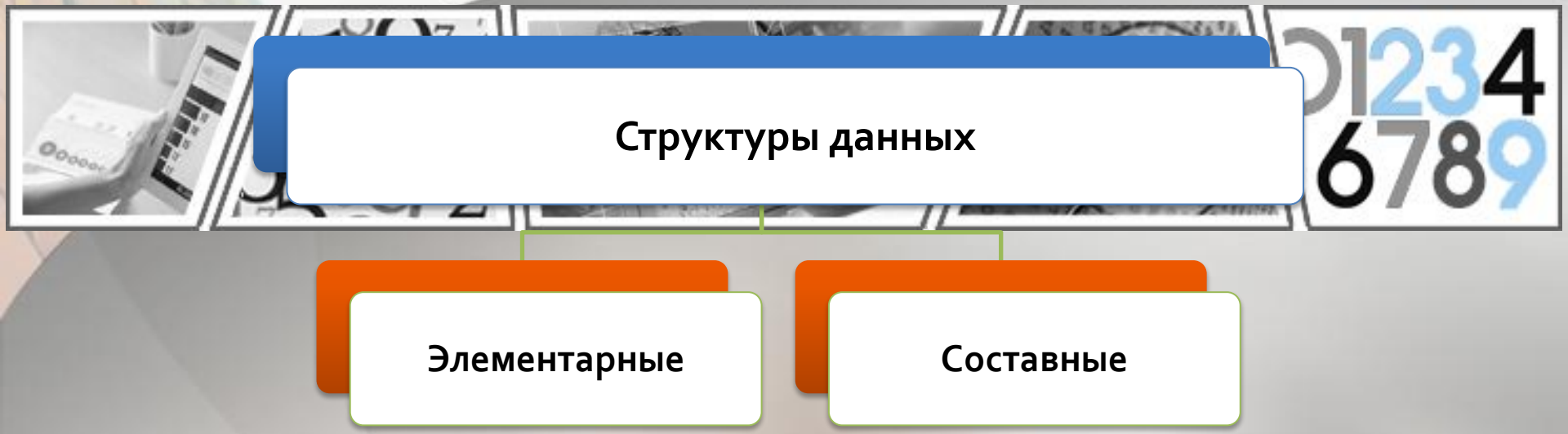
- *множество допустимых значений;*
- *множество операций, которые могут выполняться над значением;*
- *структуру значения (скаляр, вектор и т.д.);*
- *способ машинного представления значения*

Основные принципы концепции типа данных

- *Тип константы, переменной или выражения может быть определен по внешнему виду (по изображению) или по описанию без выполнения каких-либо вычислений*

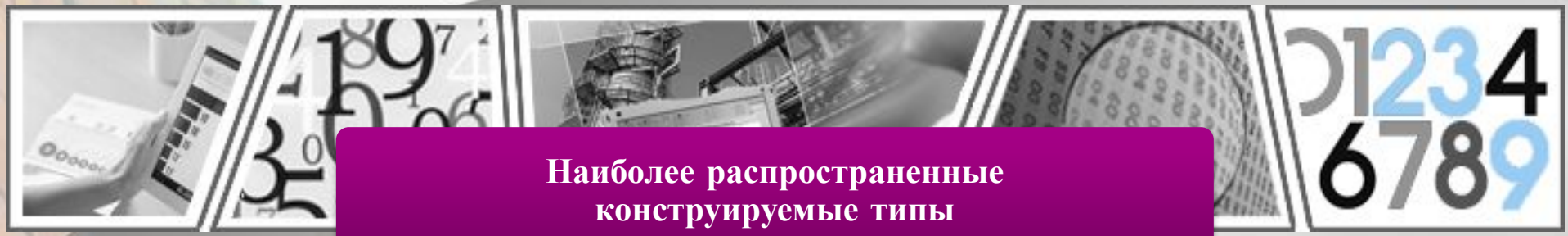
- *Любая операция или функция требует аргументов и возвращает результат вполне определенного типа. Типы аргументов и результатов операций определяется по вполне определенным правилам языка*

Конструируемые типы данных



- *Рассмотрим группы разновидностей типов данных, которые в литературе часто называют "составными", т.к. любое значение любого из этих типов состоит из значений одного или нескольких других типов*

Конструируемые типы данных



Наиболее распространенные конструируемые типы

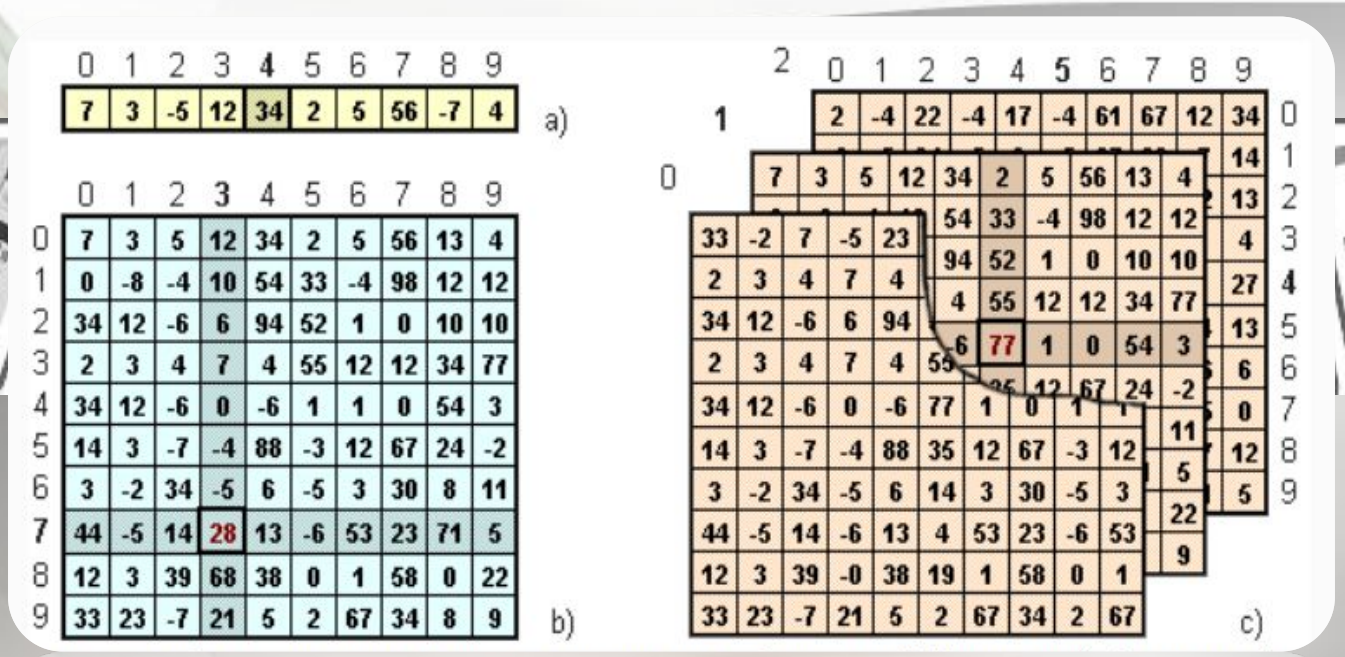
тип массива

тип строки

тип записи

тип множества

Массивы



Структуры аналогичные векторам и матрицам в информатике принято называть *массивами*

Все элементы массива должны быть *одного и того же типа*

$$\bar{x} = \{x_1, x_2, x_3\}; \quad \bar{w} = (w_1, w_2, w_3, w_4, w_5, w_6, w_7, w_8, w_9);$$

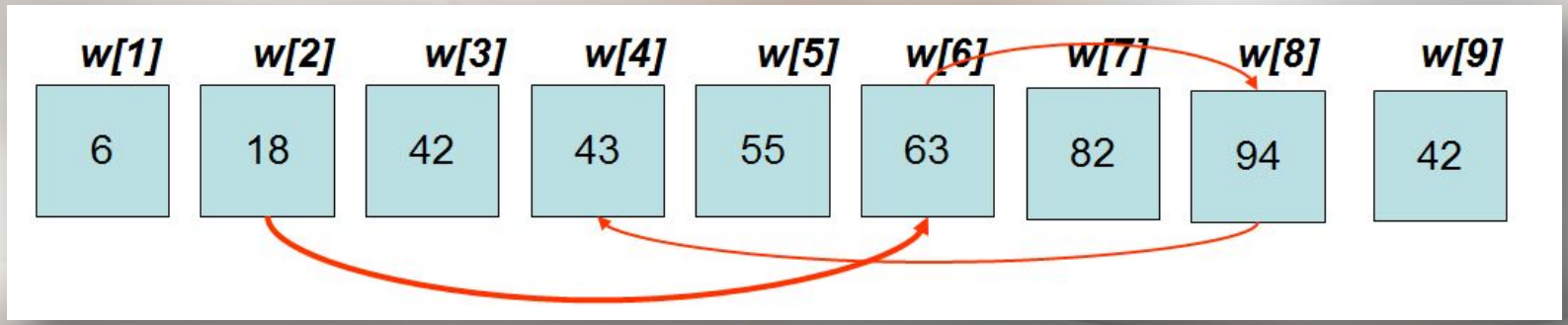
$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$$

Массивы

Массив – это последовательность однотипных данных, объединенная общим именем, элементы (компоненты) которой отличаются (идентифицируются) индексами

Индекс элемента указывает место (номер) элемента в массиве

Количество элементов массива фиксировано и определено в его описании и называется его **размером**

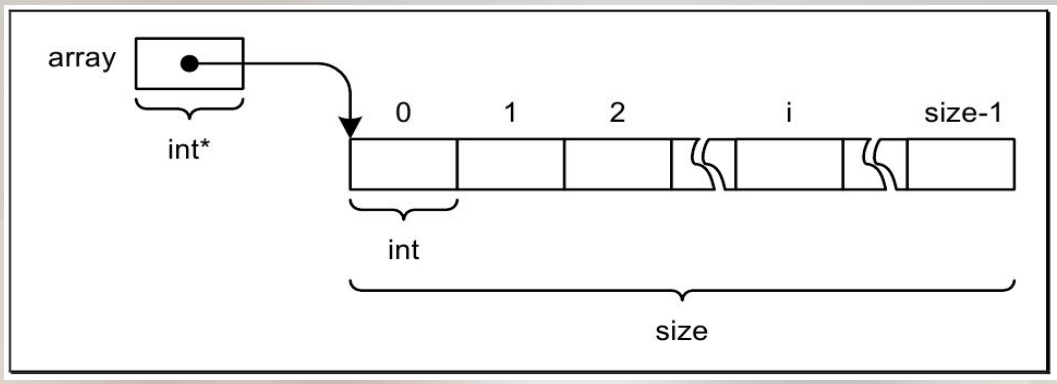


Массивы

- К элементам массива можно обращаться только по их номеру (индексу)
- Все компоненты массива являются одинаково доступными
- Значения элементам массива присваиваются также как и другим переменным с учетом типа массива
- Для доступа (обращения) к отдельному элементу массива используется индекс или несколько индексов (w[5]; w[i+2]; A[1,2])
- Индексы могут быть выражениями, значения которых могут произвольным образом изменяться в заранее заданных границах. Поэтому говорят, что к элементам массивов имеется *прямой доступ*

Массивы

- **В языке C++ под индексом элемента массива понимают смещение относительно адреса начала массива в оперативной памяти, выраженное в элементах**



- **описание массива сводится к описанию адресной переменной (указателя), хранящей адрес первого элемента массива (с индексом 0)**

В **C++** индекс может изменяться от **0** до **size-1,**
где **size –** число элементов в массиве

Массивы

Массив – это группа однотипных элементов, имеющих общее имя и расположенных в памяти рядом

Особенности:

- все элементы имеют один тип
- весь массив имеет одно имя
- все элементы расположены в памяти рядом

Примеры:

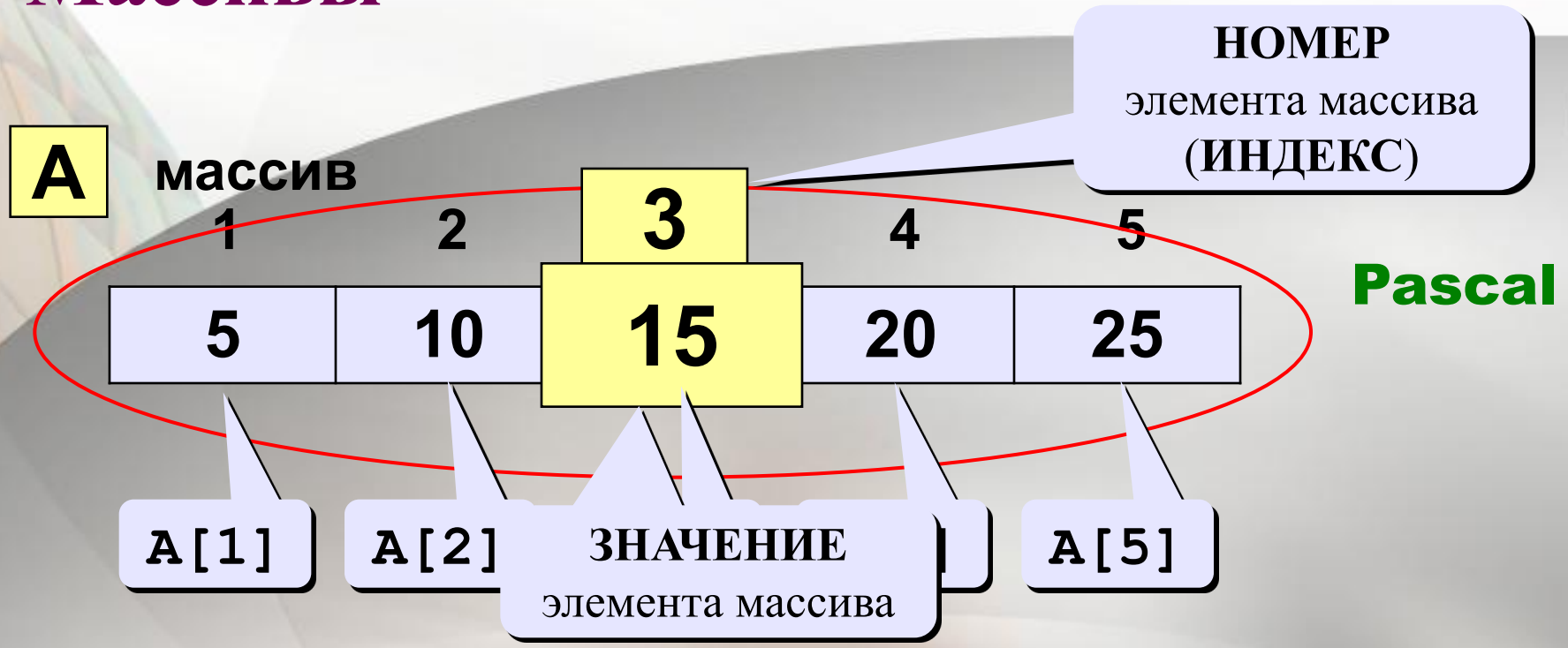
- список студентов в группе
- квартиры в доме
- школы в городе
- данные о температуре воздуха за год

Массивы

Массив – это группа однотипных элементов, имеющих общее имя и расположенных в памяти рядом

Примеры: **Накормить кота из 3 коробки**. Сравните с командой **Накормить Мурчика**. Чувствуете разницу?

Массивы


НОМЕР
элемента массива
(ИНДЕКС)
A
массив
1
2
3
4
5
5
10
15
20
25
Pascal
A[1]
A[2]
ЗНАЧЕНИЕ
элемента массива
A[5]


НОМЕР (ИНДЕКС)
элемента массива: 2
A[2]
ЗНАЧЕНИЕ
элемента массива: 10

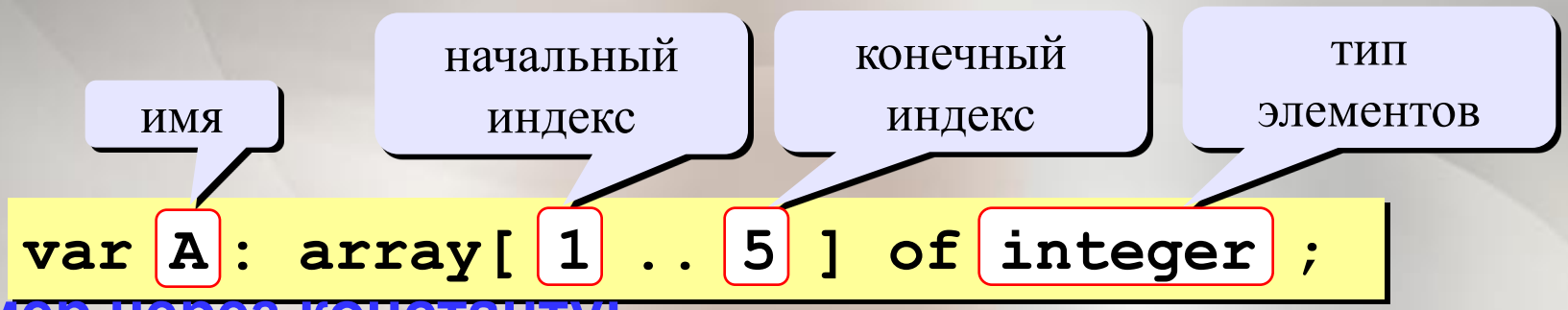
Объявление массивов

Зачем объявлять?

- определить **имя** массива
- определить **тип** массива
- определить **число элементов**
- выделить **место в памяти**

Pascal

Массив целых чисел:



Размер через константу:

```
const N=5;
var A: array[1..N] of integer;
```

Объявление массивов

Массивы других типов:

```
var X, Y: array [1..10] of real;
    C: array [1..20] of char;
```

Pascal

Другой диапазон индексов:

```
var Q: array [0..9] of real;
    C: array [-5..13] of char;
```

Ин

```
var A: array ['A'..'Z'] of real;
    B: array [False..True] of integer;
...
   A['C'] := 3.14259*A['B'];
   B[False] := B[False] + 1;
```

Тип компонент

Тип компонент массива может быть любым:

Pascal

```
var a4: array[10..20] of real;
```
- массив из компонент простого типа

```
a5: array[0..100] of record1;
```
- массив из записей

```
a6: array[-10..10] of ^string;
```
- массив из указателей на строки

```
a7: array[-1..1] of file;
```
- массив из имен файловых переменных

```
a8: array[1..100] of array[1..100] of char;
```
- двумерный массив (массив векторов)

Что неправильно?

```
var a: array [1..10] of integer;
...
  A[5] := 4.5;
```

Pascal

```
var a: array ['a'..'z'] of integer;
...
  A['b'] := 15;
```

```
var a: array [0..9] of integer;
...
  A[10] := 'x';
```

Массивы

	arr[0][0]	arr[0][1]	arr[0][2]	arr[0][3]	
	arr[1][0]	arr[1][1]	arr[1][2]	arr[1][3]	
	arr[2][0]	arr[2][1]	arr[2][2]	arr[2][3]	

Двумерные массивы в C++

	столбец 0	столбец 1	столбец 2	столбец 3
строка 0	arr[0][0]	arr[0][1]	arr[0][2]	arr[0][3]
строка 1	arr[1][0]	arr[1][1]	arr[1][2]	arr[1][3]
строка 2	arr[2][0]	arr[2][1]	arr[2][2]	arr[2][3]

Массивы

Краткие итоги

- Массив является представителем *структурированного типа данных* в языке C++
- Элементы массива имеют одинаковые имя, тип и располагаются в памяти последовательно
- Элементы массива характеризуются индексами, значениями и адресуемой памятью
- Для массивов нельзя выполнить операцию прямого присваивания
- Адресация элементов массива осуществляется с помощью индексированного имени. Обращаться к элементам массива можно также посредством механизма указателей
- Массивы используются для решения прикладных задач

Строки

- Строкой называется последовательность символов
- Строка – это динамическая структура
- В процессе выполнения программы количество элементов строки (ее длина) может изменяться от нуля до максимального размер памяти, выделенной под эту строку
- Строка представляет собой массив символов из элементов типа char

Строки

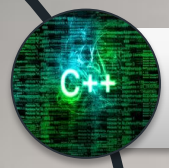
Чем плох массив символов?

- каждый символ – отдельный объект;
- массив имеет длину N, которая задана при объявлении

Что нужно?

- обрабатывать последовательность символов как единое целое
- строка должна иметь переменную длину

Операции над строками



присваивание

сравнение

конкатенация

Операции над строками

Операция присваивания

- ***Операндами могут быть символы, строки, символьные массивы***
- ***Результатом операции является строка равная значению операнда***
- ***Если строковой переменной присваивается значение, превышающее её длину, то перед присваиванием происходит усечение присваиваемого значения***

Операции над строками

Операция сравнения

- ***Переменные строкового типа можно сравнивать между собой***
- ***Из двух строк является та большей, у которой первый из неравных символов больше (по ASCII-коду)***
- ***Иначе они равны***

Система кодировки символов ASCII (American Standard Code for Information Interchange)

Операции над строками

Операция конкатенации

- ***Операндами могут быть символы, строки, символьные массивы***
- ***Результатом является строка, полученная дописыванием в конец первого операнда второго операнда***

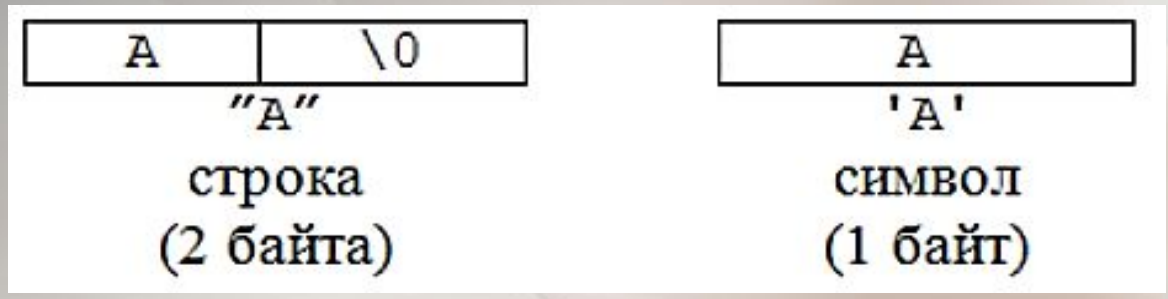
Операции над строками

В языке C++ строка – это пронумерованная последовательность символов (массив символов), она всегда имеет тип char[]

- *Все символы строки нумеруются, начиная с нуля*
- *Символ конца строки также нумеруется – ему соответствует наибольший из номеров*
- *Строка считывается значением типа «массив символов»*
- *Количество элементов в таком массиве на 1 больше, чем изображение соответствующей строки, так как в конец строки добавлен нулевой символ '\0'*

Операции над строками

В языке C++ строка – это пронумерованная последовательность символов (массив символов), она всегда имеет тип char[]



Представление символа и строки

Необходимо отметить, что один *символ* и *строка* длиной в один символ совершенно не эквивалентны друг другу.

Вне зависимости от своей реальной длины, строка относится к конструируемым структурированным типам данных, а не к базовым порядковым

Записи (Структуры)

Структура – *это составной объект, в который входят элементы любых типов, за исключением функций*

В отличие от массива, который является однородным объектом (все элементы относятся к одному типу данных), структура может быть неоднородной

Структура – это тип данных, сформированный из объектов однородных либо разнообразных типов данных

Структуру можно представить себе как запись, состоящую из нескольких полей или элементов

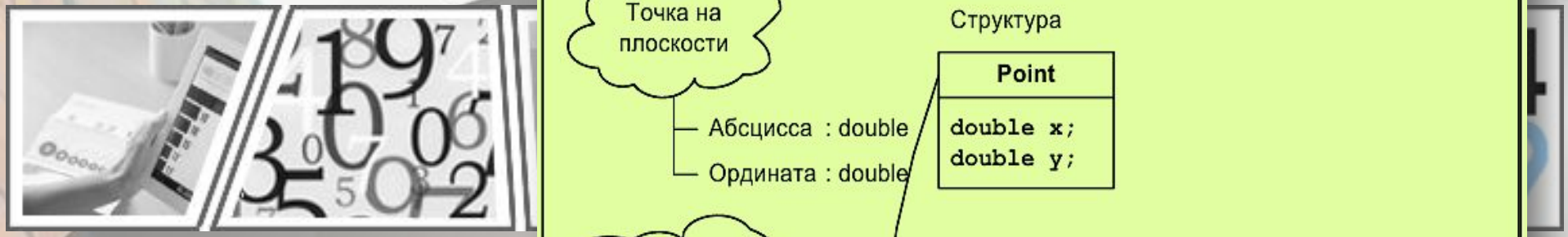
Структуры обеспечивают удобный способ организации связанных по смыслу переменных

Записи (Структуры)

Традиционный пример структуры – строка платежной ведомости:

- *содержит сведения о служащем:*
  - *полное имя*
  - *адрес*
  - *номер карточки социального страхования*
  - *зарплата и т.д.*
- *некоторые из этих характеристик сами могут быть структурами:*
  - *полное имя состоит из нескольких компонент (фамилии, имени и отчества)*
  - *адрес*
  - *зарплата*

Записи (Структуры)



Традиционный пример структуры из области графики :

- *точка на плоскости есть пара вещественных координат,*
- *шар в пространстве моделируется четырьмя вещественными числами и т. д*

Записи (Структуры)

	День	Месяц	Год
День Победы:	9	май	1945
Полёт Гагарина:	12	апрель	1961

Записи - *структуры, аналогичные строкам таблицы*

- *Компоненты записей принято называть полями*
- *Различные поля (столбцы таблицы) могут быть разных типов*
- *Для доступа к отдельным полям записи используются их фиксированные и неизменные имена*
  - *Например: День Победы. Месяц := май*
- *Поля могут выбираться для обработки в произвольном порядке, поэтому говорят, что доступ к компонентам записи прямой*

Множества

Множество - ограниченный , неупорядоченный набор различных элементов одного типа

Примеры множеств: Множество арабских цифр. A

0 1 2 3 4
5 6 7 8 9

Множество знаков арифметических операций. B

+ - / *

У множества есть имя и тип.
Тип элементов множества называется базовым типом.

Примеры: В множестве A базовым типом является интервальный, который включает цифры от 0 до 9.

В множестве B базовым типом является символьный тип

Множества

Набор однородных объектов

Массив	Множество
Основная операция доступа к элементу - операция обращения по индексу	*Основная операция - операция проверки принадлежности элемента множеству*

Операции над множествами

- количество элементов в множестве заранее не определяется, и с течением времени оно может изменяться
- все элементы множества должны быть одного и того же типа
- доступа к отдельным элементам множества нет; можно только узнать принадлежит элемент множеству или нет, включить элемент в множество или исключить его из множества
- предусмотрены стандартные операции над множествами: *объединение*, *пересечение*, *вычитание* и т.д.