

Лекция 3

Массивы и строки

Массив

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

На рисунке показана структура целочисленного одномерного массива **a**. Размер этого массива — 16 ячеек:

Int a[16];

5	-12	-12	9	10	0	-9	64	11	-1	39	2	-7	43	23	65
---	-----	-----	---	----	---	----	----	----	----	----	---	----	----	----	----

a[0] a[1] a[2] a[3] a[4] a[5] a[6] a[7] a[8] a[9] a[10] a[11] a[12] a[13] a[14] a[15]

Заметьте, что максимальный индекс одномерного массива **a** равен **15**, но размер массива 16 ячеек. Нумерация элементов массива в Си начинается с **НУЛЯ** !

Примеры:

```
string ListStudent [30]; //список студентов в группе
int flat [180]; //квартиры в доме
float x[10], y[10]; //координаты точек на плоскости
char Name [10] = {'v', 'a', 'l', 'e', 'n', 't', 'i', 'n'}; //имя
```

Инициализация массивов

1. Явное задание размеров массива:

```
int flat [180];
```

2. Инициализация массива с присвоением начальных значений:

```
string days[7]={“Sunday”, “Monday”, “Tuesday”,  
“Wednesday”, “Thursday”, “Friday”, “Saturday”};
```

Если начальные значения не заданы, в ячейках находится «**мусор**»!

Следующая инициализация выделит память под 5 целых чисел, а начальных значений задано только 3. В этом случае четвёртый и пятый элемент будут инициализированы (по умолчанию) значением 0.

```
int testScore[5]= {74, 87, 91};
```

Инициализация следующего вида не будет компилироваться:

```
float milles[4]= {74.4, 87.2, , 91.7};
```

3. Неявное задание размеров массива (размер массива определяется числом элементов справа от оператора присваивания):

```
char name[ ]={ ‘v’, ‘a’, ‘l’, ‘e’, ‘n’, ‘t’, ‘i’, ‘n’ };
```

4. Размер определяется константой:

```
const int N=15;
```

```
string ListStudent [N];
```

Что неправильно?

```
const int N = 10;  
float A[N];
```

```
int X[4.5];
```

```
int A[10];  
A[10] = 0;
```

```
float X[5];  
int n = 1;  
X[n-2] = 4.5;  
X[n+8] = 12.;
```

выход за границы
массива
(стираются данные
в памяти)

дробная часть
отбрасывается
(ошибки нет)

```
int X[4];  
X[2] = 4.5;
```

```
float A[2] = { 1, 3.8 };
```

```
float B[2] = { 1., 3.8, 5.5 };
```

Массивы

Объявление:

```
const int N = 5;  
int A[N], i;
```

Ввод значений элементов массива с клавиатуры:

```
printf("Введите 5 элементов массива:\n");  
for(i=0; i<N; i++) {  
    printf("A[%d] = ", i);  
    scanf("%d", &A[i]);  
}
```

A[0] = 5
A[1] = 12
A[2] = 34
A[3] = 56
A[4] = 13

По:

```
Вы for(i=0; i<N; i++) A[i] = A[i]*2;
```

```
printf("Результат:\n");  
for(i=0; i<N; i++)  
    printf("%4d", A[i]);
```

Результат:

10 24 68 112 26

Случайные числа

Случайное целое число X в интервале от 1 до 20

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <time.h>
int main()
{
    srand((unsigned)time(NULL));
    int x=rand()%20+1;    // генерируем числа в диапазоне от 1 до 20
    printf("%i",x);
    return 0;
}
```

void srand(unsigned int) - функция установки начального значения генератора псевдослучайных чисел.

unsigned - приведение аргумента к типу беззнакового целого

time - функция выдачи текущего времени

NULL - нулевой указатель, передаваемый функции time для выдачи текущего времени только как результата.

Заполнение массива случайными числами

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <time.h>
```

```
main()
{
    srand((unsigned)time(NULL));
    const int N = 10;
    int A[N], i;
    printf("Исходный массив:\n");
```

```
for (i=0; i<N; i++) {
    A[i] = random(100) + 50;
    printf("%4d", A[i]);
}
```

```
...
}
```

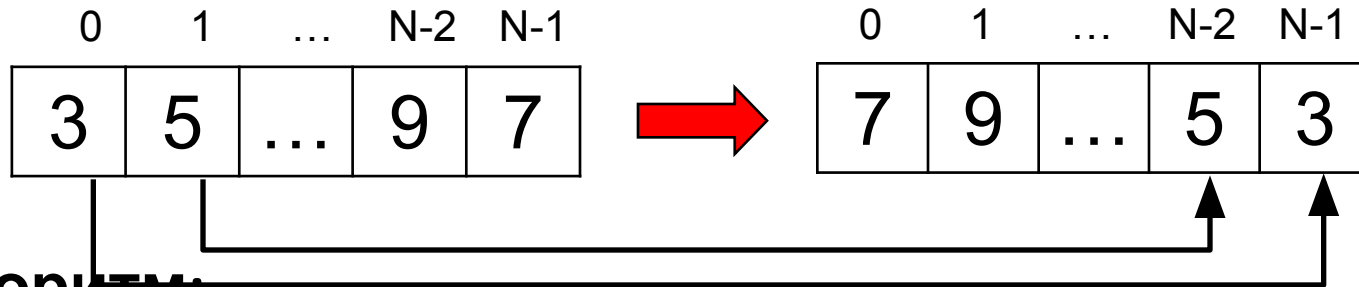
```
int random(int N) – функция выдает случайное число от 0 до N-1
{ return rand() % N; }
```



Какой интервал?

ПРИМЕР : Реверс массива

Задача: переставить элементы массива в обратном порядке (выполнить инверсию).



сумма индексов $N-1$

поменять местами $A[0]$ и $A[N-1]$, $A[1]$ и $A[N-2]$, ...

Псевдокод:

```
for ( i = 0; i < N/2; i++ )  
    // поменять местами  $A[i]$  и  $A[N-1-i]$ 
```


ПРИМЕР : Циклический сдвиг элементов массива

Задача: сдвинуть элементы массива влево на 1 ячейку, первый элемент становится на место последнего.

Алгоритм:

```
A[0]=A[1]; A[1]=A[2]; ... A[N-2]=A[N-1];
```

Цикл:

почему не N?

```
for (i = 0; i < N-1; i++)  
    A[i] = A[i+1];
```

 Что неверно?

```
main()  
{  
    const int N = 10;  
    int A[N], i, c;  
    // заполнить массив  
    // вывести исходный массив  
    c = A[0];  
    for (i = 0; i < N-1; i++)  
        A[i] = A[i+1];  
    A[N-1] = c;  
    // вывести полученный массив  
}
```

Двумерный массив

В двумерном массиве, кроме количества элементов массива, есть такие характеристики как, количество строк и количество столбцов двумерного массива.

В объявлении двумерного массива нужно указать:

- тип данных;
- имя массива.

В первых квадратных скобках указывается количество строк двумерного массива, во вторых квадратных скобках — количество столбцов двумерного массива. Двумерный массив визуально отличается от одномерного второй парой квадратных скобочек.

// пример объявление двумерного массива:

```
int a[5][3];
```

// инициализация двумерного массива:

```
int a[5][3] = { {4, 7, 8}, {9, 66, -1}, {5, -5, 0}, {3, -3, 30}, {1, 1, 1} };
```


Двумерный массив (Матрица)

Объявление:

```
const int N = 3, M = 4;  
int A[N][M];  
float a[2][2] = {{3.2, 4.3}, {1.1, 2.2}};  
char sym[2][2] = { 'a', 'b', 'c', 'd' };
```

Ввод с клавиатуры:

```
for ( j = 0; j < M; j ++ )  
    for ( i = 0; i < N; i ++ ) {  
        printf ( "A[%d][%d]=", i, j );  
        scanf ( "%d", &A[i][j] );  
    }
```

i	j	
A[0][0]		2
A[0][1]		5
A[0][2]		4
	=	4
A[2][3]		5
	=	4



Если переставить циклы?

Двумерный массив (Матрица)

Заполнение случайными

```
for (i=0; i<N; i++)  
    for (j=0; j<M; j++)  
        A[i][j] = random(25) - 10;
```

цикл по строкам

интервал?

цикл по столбцам

Вывод на экран

```
for (i=0; i<N; i++) {  
    for (j=0; j<M; j++)  
        printf("%5d", A[i][j]);  
    printf("\n");  
}
```

ВЫВОД СТРОКИ

12	25	1	13
156	1	12	447
1	456	222	23

в той же строке

перейти на
новую строку



Если переставить циклы?

Пример: Нахождение суммы элементов матрицы

```
main()
{
    const int N=3, M=4;
    int A[N][M], i, j, S=0;
    ... // заполнение матрицы и вывод на экран
    for (i=0; i<N; i++)
        for (j=0; j<M; j++)
            S+=A[i][j];
    printf("Сумма элементов матрицы S=%d", S);
}
```

Пример: Вычисление коэффициентов Бинома Ньютона

Определение

Многочлен вида

$$(a + b)^n = C_n^0 a^n + C_n^1 a^{n-1} b + \dots + C_n^m a^{n-m} b^m + \dots + C_n^{n-1} a b^{n-1} + C_n^n b^n$$

называется **биномом Ньютона**, а

$$C_n^m \quad (0 \leq m \leq n)$$

коэффициенты

называются **биномиальными коэффициентами**.

Задание

Используя два описанных ниже метода, найти значения коэффициентов разложения многочлена $(a + b)^n$.

Входные данные

С клавиатуры вводится число n — значение максимальной степени, для которой нужно посчитать коэффициенты бинома Ньютона.

Выходные данные

На экран выводятся $n + 1$ строк. Каждая i –я строка ($0 \leq i \leq n$) содержит целые числа, записанные через пробел, — посчитанные биномиальные коэффициенты C_i^k ($0 \leq k \leq i$).

Треугольник Паскаля

Выпишем коэффициенты разложения в строчку, начиная с $n = 0, 1$ и так далее следующим образом:

n	Коэффициенты																
0										1							
1						1				1							
2					1		2		1								
3				1		3		3		1							
4			1		4		6		4		1						
5			1		5		10		10		5		1				
6			1		6		15		20		15		6		1		
7			1		7		21		35		35		21		7		1
...		

Для каждого коэффициента можно записать следующие рекуррентные соотношения:

$$C_n^m = C_{n-1}^m + C_{n-1}^{m-1}, \quad n > 1, 0 < m < n;$$

$$C_n^0 = C_n^n = 1, \quad n \geq 0.$$

Определение числа сочетаний с помощью рекурсии

Биномиальные коэффициенты также можно вычислить по следующей формуле (число сочетаний из n по k):

$$C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

где выражение $n!$ (n -факториал) обозначает произведение всех натуральных чисел от 1 до n .

Исходя из соотношений:

$$0! = 1,$$

$$n! = n * (n - 1)! \quad (n > 0)$$

можно написать рекурсивную функцию вычисления факториала, а затем использовать ее для вычисления биномиальных коэффициентов по приведенной выше формуле.

```
int fact(int n)
{
    if (!n) return 1;
    return (n * fact(n-1));
}
```

Чем плох массив символов?

Это массивы символов:

```
char A[4] = { 'А', 'З', '[', 'Ж' };  
char B[10];
```

Для массива:

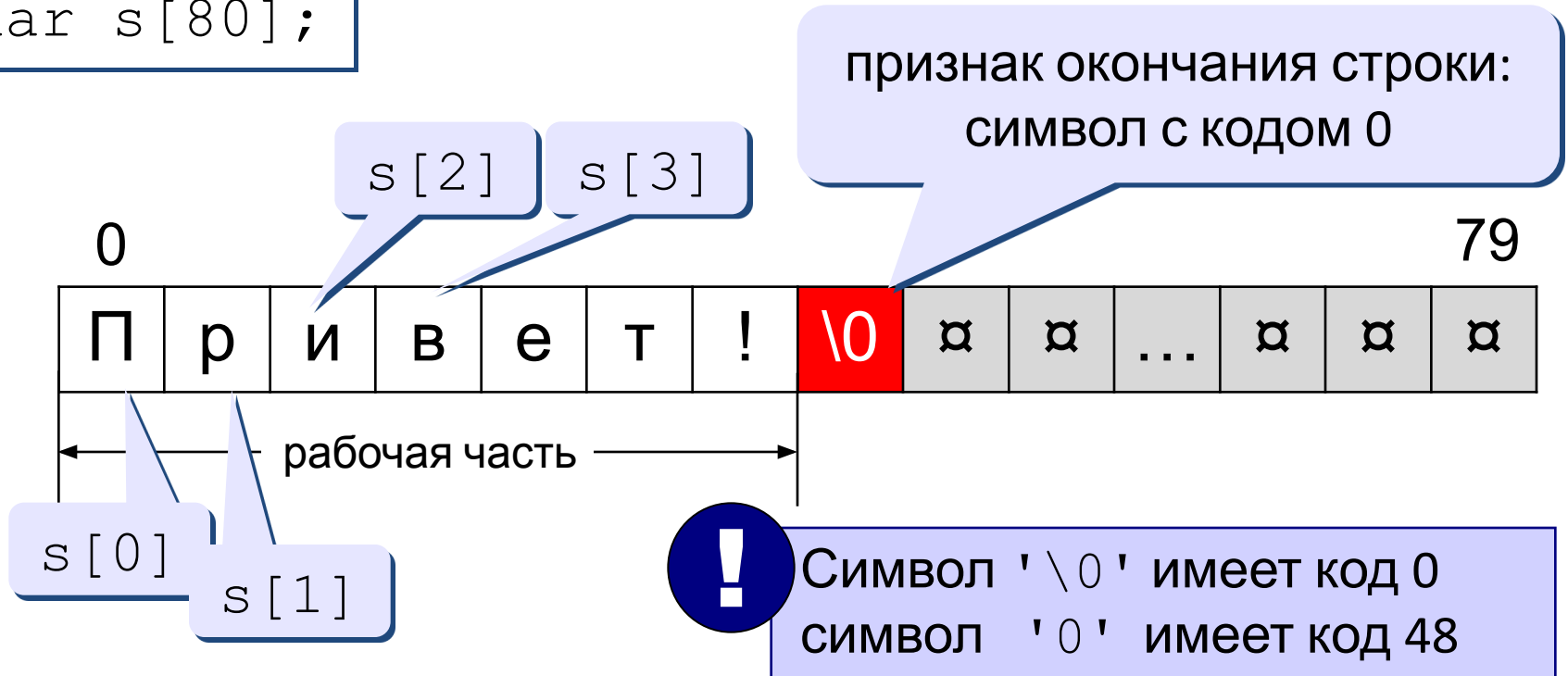
- каждый символ – отдельный объект;
- массив имеет длину N, которая задана при объявлении

Что нужно:

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

Символьные строки

```
char s[80];
```



Символьная строка – это последовательность символов, заключенная в двойные кавычки, которая заканчивается символом '\0'. Строка символов хранится в памяти ЭВМ как массив символов. Значение символьной строки - это адрес ее первого символа. При трансляции программы компилятор разместит все символьные строки в памяти, а в программу вместо них подставит соответствующие адреса (т.е. значения символьных строк!).

Объявление символьных строк

Объявить строку = выделить ей место в памяти и присвоить имя.

```
char s[80];
```

выделяется 80 байт, в строке
– «мусор» (если она
глобальная, то нули '\0')

```
char s1[80] = "abc";
```

выделяется 80 байт,
занято 4 байта
(с учетом '\0')

```
char qqq[] = "Вася";
```

выделяется 5 байт
(с учетом '\0')



- При выделении памяти надо учитывать место для символа '\0'.
- В строку нельзя записывать больше символов, чем выделено памяти.

Ввод и вывод СИМВОЛЬНЫХ СТРОК

Задача: ввести слово с клавиатуры и заменить все буквы «а» на буквы «б».

```
main()
{
    char q[80];
    printf("Введите слово: ");
    scanf("%s", q);
    i = 0;
    while (q[i] != '\0') {
        if (q[i] == 'a') q[i] = 'б';
        i++;
    }
    printf("Результат: %s", q);
}
```

начали с
q[0]

%s – формат для ввода и
вывода СИМВОЛЬНЫХ СТРОК
(выводится только часть до '\0')

на начало ставить &:
&q[0]

пока не дошли до
конца строки

переход к
следующему
СИМВОЛУ

%s

Ввод символьных строк

Ввод одного слова:

```
char q[80];  
printf ("Введите текст:\n");  
scanf ("%s", q);  
printf ("Введено:\n%s", q);
```

```
Введите текст:  
Вася пошел гулять  
Введено:  
Вася
```

Ввод строки с пробелами:

```
char q[80];  
printf ("Введите текст:\n");  
gets (q);  
printf ("Введено:\n%s", q);
```

```
Введите текст:  
Вася пошел гулять  
Введено:  
Вася пошел гулять
```

Вывод символьных строк

Универсальный способ:

```
printf ( "Результат: %s" , q ) ;
```

- можно выводить сразу и другую информацию: надписи, значения переменных, ...

Только для одной строки:

```
puts ( q ) ;
```



```
printf ( "%s\n" , q ) ;
```

- вывод только одной строки
- после вывода – переход на новую строку

Функции для работы со строками

Подключение библиотеки:

```
#include <string.h>
```

Длина строки: *strlen* (*string length*)

```
char q[80] = "qwerty";
```

```
int n;
```

```
n = strlen ( q );
```

n = 6



При определении длины символ ' \0 ' не учитывается!

Сравнение строк

strcmp (*string comparison*):

```
char q1[80], q2[80];  
int n;  
gets ( q1 );  
gets ( q2 );  
n = strcmp ( q1, q2 );
```



Функция вычисляет разность между кодами первых двух отличающихся символов!

Пример решения задачи

Задача: ввести строку и определить, сколько в ней слов.
Программа должна работать только при вводе правильного пароля.

Идея решения:

- проверка пароля – через *strcmp*
- количество слов = количеству первых букв слова
- первая буква: пробел и за ним «не пробел»

В	а	с	я		п	о	ш	е	л		г	у	л	я	т	ь	\0	x	x	x	x	x
---	---	---	---	--	---	---	---	---	---	--	---	---	---	---	---	---	----	---	---	---	---	---

- исключение: предложение начинается со слова (а не с пробела)

Проверка пароля

```
#include <string.h>
```

```
main()
```

```
{
```

```
char secret[] = "123", pass[20];
```

```
printf ( "Введите пароль\n" );
```

```
gets ( pass );
```

```
if ( strcmp ( pass, secret ) != 0 )
```

```
{
```

```
printf ( "Пароль неверный" );
```

```
getch ();
```

```
return 1;
```

```
}
```

```
...
```

```
}
```

если пароль
неверный...

сообщить об
ошибке и выйти
из программы

аварийное
завершение,
код ошибки 1

Основная часть программы

```
#include <stdio.h>
```

```
#include <string.h>
```

```
main()
```

```
{  
    char q[80];  
    int i, len, count = 0;  
    ... // проверка пароля  
    printf ("Введите предложение\n");  
    gets (q);  
    len = strlen (q);  
    if (q[0] != ' ') count++;  
    for (i=0; i<len-1; i++)  
        if (q[i] == ' ' && q[i+1] != ' ' )  
            count++;  
    printf ("Найдено %d слов", count);  
}
```

предыдущий слайд

особый случай

если нашли
пробел, а за ним
не пробел...

Копирование строк

strcpy (*string copy*)

```
char q1[10] = "qwerty", q2[10] = "01234";
```

```
strcpy ( q1, q2 );
```

куда

откуда



Старое значение q1 стирается!

КОПИРОВАНИЕ «ХВОСТА» СТРОКИ

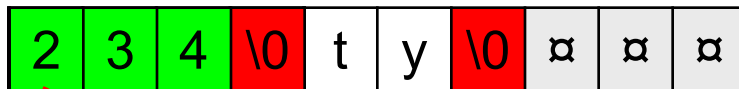
```
char q1[10] = "qwerty", q2[10] = "01234";
```

```
strcpy ( q1, q2+2 );
```

q2 = &q2[0]

q2+2 = &q2[2]

q1



q2



Копирование строк

КОПИРОВАНИЕ В СЕРЕДИНУ СТРОКИ

```
char q1[10] = "qwerty", q2[10] = "01234";  
strcpy ( q1+2, q2 );
```

$q1+2 = \&q1[2]$



```
char q1[10] = "qwerty", q2[10] = "01234";  
strcpy ( q1+2, q2+3 );
```

$q1+2 = \&q1[2]$

$q2+3 = \&q2[3]$

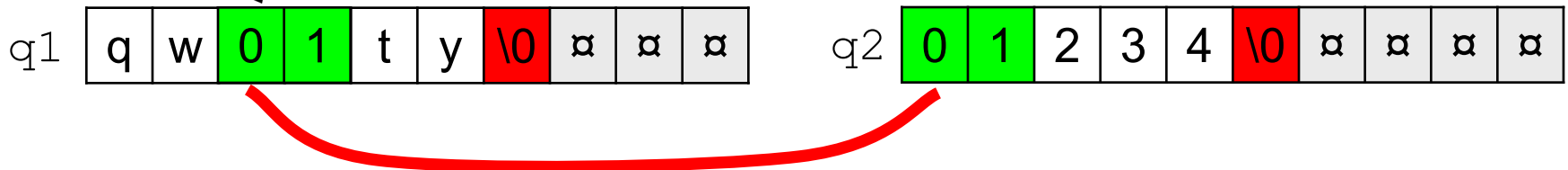


Копирование строк

strcpy – копирование нескольких

```
C char q1[10] = "qwerty", q2[10] = "01234";  
strcpy ( q1+2, q2, 2 );
```

$q1+2 = \&q1[2]$

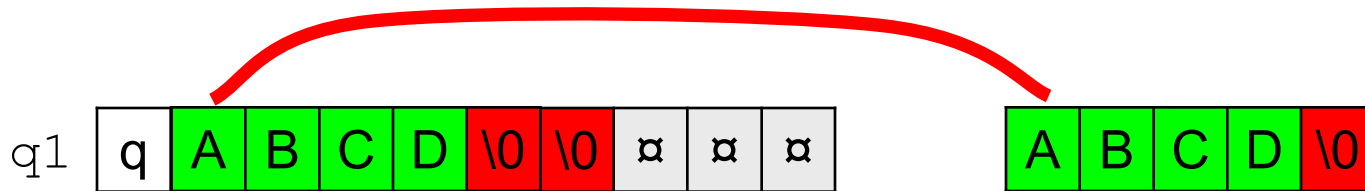


Функция `strcpy` не добавляет символ `'\0'` в конце строки!

Копирование строк

КОПИРОВАНИЕ СТРОКИ-КОНСТАНТЫ

```
char q1[10] = "qwerty";  
strcpy ( q1+1, "ABCD" );
```



```
char q1[10] = "qwerty";  
strcpy ( "ABCD", q1+2 );
```

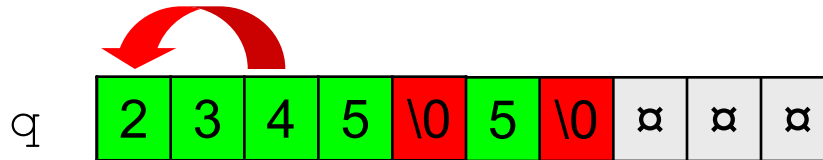


Первым параметром  может быть константа!

Копирование строк

копирование внутри одной строки

```
char q[10] = "012345";  
strcpy ( q, q+2 );
```



```
char q[10] = "012345";  
strcpy ( q+2, q );
```

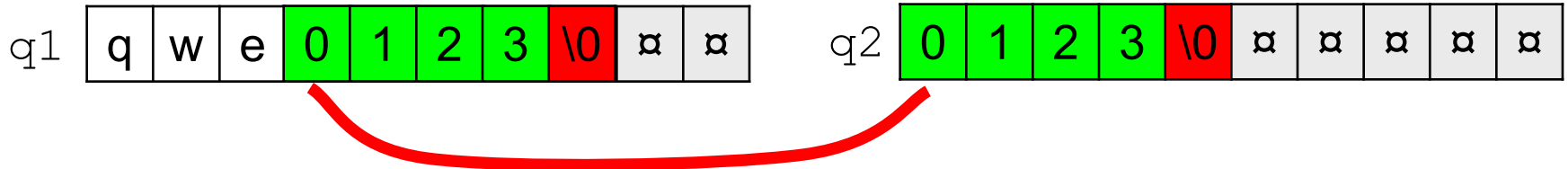


Зацикливание!

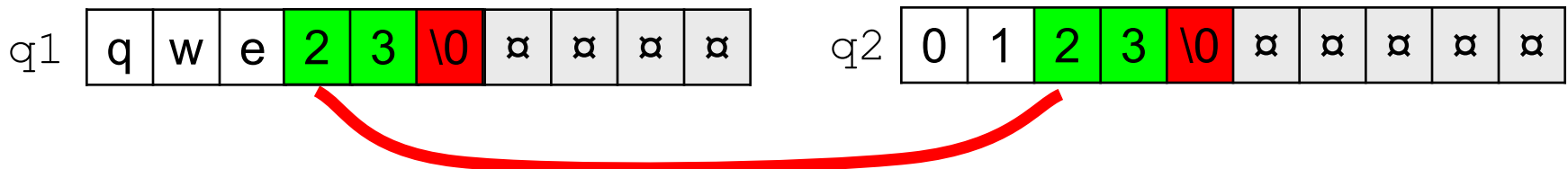
Объединение строк

strcat (*string concatenation*) = копирование второй строки в конец первой

```
char q1[10] = "qwe", q2[10] = "0123";  
strcat ( q1, q2 );
```



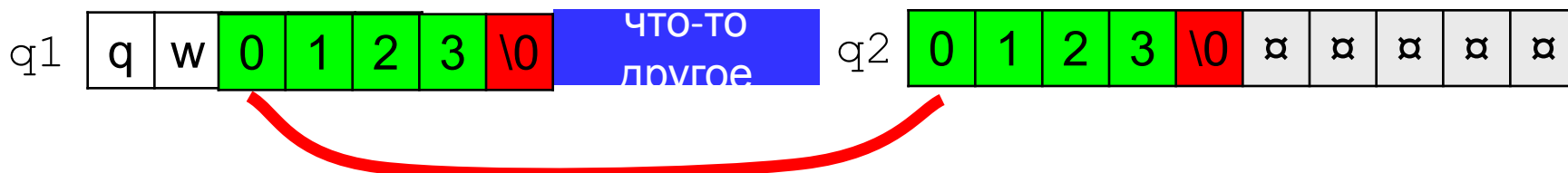
```
char q1[10] = "qwe", q2[10] = "0123";  
strcat ( q1, q2+2 );
```



Проблемы при копировании строк

- не хватает места для строки-результата

```
char q1[] = "qwer", q2[10] = "01234";  
strcpy ( q1+2, q2 );
```



- зацикливание при копировании в ту же строку «слева направо»

```
char q[10] = "01234";  
strcpy ( q+2, q );
```



Транслятор не сообщает об этих ошибках!