

Программирование (C++)

§ 17. Введение

§ 18. Линейные программы

§ 19. Ветвления

§ 20. Программирование
циклических алгоритмов

§ 21. Массивы

§ 22. Алгоритмы обработки
массивов

Программирование (C++)

§ 17. Введение

Что такое программирование?

Программирование — это создание программ для компьютеров. Этим занимаются **программисты**.

Чем занимаются **программисты**:

анализ задачи (выделение исходных данных, связей между ними, этапов решения задачи)

системные аналитики

разработка **алгоритмов**

алгоритмисты

написание и отладка **программ**

кодировщики

тестирование программ

тестировщики

написание **документации**

технические писатели

Направления в программировании

системный программист

операционные системы,
утилиты, драйверы

прикладной программист

прикладные программы, в
т.ч. для мобильных
устройств

веб-программист

веб-сайты

программист баз данных

системы управления
базами данных

Простейшая программа на C++

результат – целое
число (integer)

название программы
main – главный

```
int main()
```

```
{
```

```
// это основная программа
```

```
/* здесь записывают
```

```
операторы */
```

```
}
```

комментарии после
// не обрабатываются

комментарии внутри
/* */ не обрабатываются



Что делает эта программа?

Вывод на экран

ПОДКЛЮЧИТЬ
библиотеку
iostream

input-output streams –
ПОТОКИ ВВОДА И
ВЫВОДА

```
#include <iostream>
using namespace std;
```

ИСПОЛЬЗОВАТЬ
пространство имён
std

```
int main() {
    cout << "Привет!"; // вывод текста
    cin.get(); // ждать Enter
}
```

cout — ПОТОК ДЛЯ ВЫВОДА СИМВОЛОВ
(*character output stream*)

cin — ПОТОК ДЛЯ ВВОДА СИМВОЛОВ
(*character input stream*)

Вывод на экран

оператор
вывода

Оператор — это команда
языка программирования.

```
cout << "Привет! " ;
```

```
cout << "Привет! " ;  
cout << "Вася! " ;
```

или так:

```
cout << "Привет! " << "Вася! " ;
```

```
cout << "Привет, " << "Вася! " ;
```



Что плохо?



Символьные строки
записывают в кавычках!

Переход на новую строку

```
cout << "Привет, Вася!";  
cout << "Привет, Петя!";
```

ожидание:

```
Привет, Вася!  
Привет, Петя!
```

реальность:

```
Привет, Вася!Привет, Петя!
```

перейти
на новую
строку

Решение:

```
cout << "Привет, Вася!" << endl;  
cout << "Привет, Петя!" << endl;
```

end of line

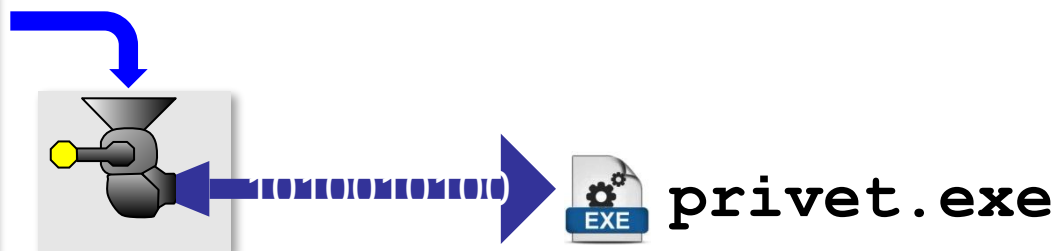
Системы программирования

Системы программирования — это средства для создания новых программ.

Транслятор — это программа, которая переводит тексты программ, написанных программистом, в машинные коды (команды процессора).

- **компилятор** — переводит всю программу в машинные коды, строит исполняемый файл (**.exe**)

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main() {
    cout << "Привет!";
    cin.get();
}
```



- **интерпретатор** — сам выполняет программу по частям (по одному оператору).

Системы программирования

Отладчик — это программа для поиска ошибок в других программах.

- **пошаговый режим** — выполнение программы по шагам (по одному оператору)
- **просмотр значений переменных** во время выполнения программы
- **точки останова** — операторы в программе, перед выполнением которых нужно остановиться.

Среда программирования (IDE):

- редактор текста программ
- транслятор
- отладчик

Задачи

«В»: Вывести на экран текст «лесенкой»

Вася

пошел

гулять

«С»: Вывести на экран рисунок из букв

```
  Ж
 ЖЖЖ
 ЖЖЖЖЖ
 ЖЖЖЖЖЖЖ
 НН  НН
 ZZZZZ
```

Программирование (C++)

§ 18. Линейные программы

Пример задачи

Задача. Ввести два числа и вычислить их сумму.

```
int main()  
{  
    // ввести два числа  
    // вычислить их сумму  
    // вывести сумму на экран  
}
```



Выполнится?

Псевдокод – алгоритм на русском языке с элементами языка программирования.



Компьютер не может исполнить псевдокод!

Зачем нужны переменные?

```
int main()  
{  
    // ввести два числа  
    // вычислить их сумму  
    // вывести сумму на экран  
}
```

Где запомнить?

Переменная — это величина, которая имеет имя, тип и значение. Значение переменной может изменяться во время выполнения программы.

```
int a, b, c;
```

объявление переменных



ячейки памяти

Имена переменных

Идентификатор — это имя программы или переменной.

```
int a, b, c;
```

заглавные и строчные
буквы **различаются**

МОЖНО использовать

- латинские буквы (A-Z, a-z)
- цифры



Имя не может начинаться с цифры!

- знак подчеркивания _

НЕЛЬЗЯ использовать ~~скобки, знаки ", &, |, *, +, =, !, ? и др.~~

Какие имена правильные?

AXby R&B 4Wheel Вася "PesBarbos"
TU154 [QuQu] _ABBA A+B

Типы переменных

- **int** – целые

```
int a = 1, b, c = 0;
```

начальные
значения

- **float** – вещественные (могут иметь дробную часть)

```
float x = 1.234, y = 3.0, z = 0.576;
```



Целая и дробная части отделяются точкой!

- **double** – вещественное с двойной точностью
- **char** – один символ (в апострофах)

```
char c = 'ю';
```

- **string** – символьная строка (в кавычках)

```
string s = "молоко", q = "я";
```


Работа с переменными

Присваивание (запись значения)

```
a = 5;
```

оператор
присваивания

$a \leftarrow 5$

```
a = 5;  
a = 18;
```

? Что будет храниться в *a*?

Вывод на экран

```
cout << a;
```

? В чём разница?

```
c = 14;  
cout << c;
```

14

```
c = 14;  
cout << "c";
```

c

Работа с переменными

Изменение значения

```
i = i + 1;
```

увеличить на 1

$$i \leftarrow i + 1$$

```
a = 4;
```

```
b = 7;
```

```
a = a + 1;
```

```
b = b + 1;
```

```
a = a + b;
```

```
b = b + a;
```

```
a = a + 2;
```

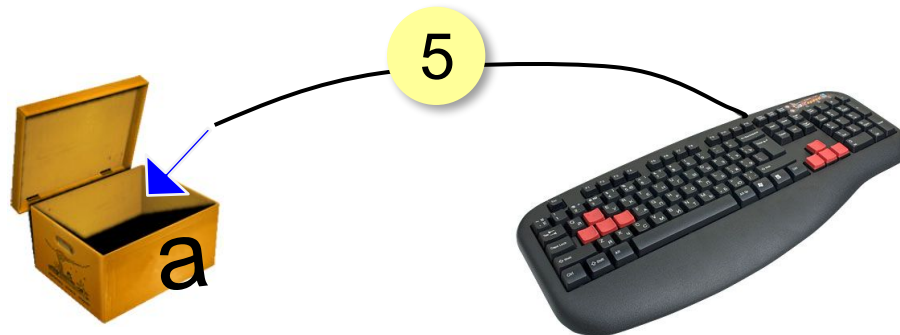
```
b = b + a;
```

a	b
4	
	7
5	
	8
13	
	21
15	
	36

Ввод с клавиатуры

Цель – изменить исходные данные, не меняя программу.

```
cin >> a;
```

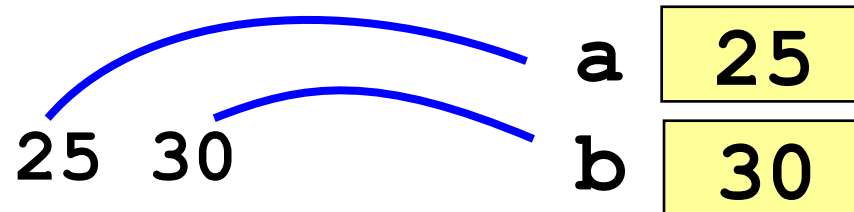


1. Программа ждет, пока пользователь введет значение и нажмет *Enter*.
2. Введенное значение записывается в переменную **a**.

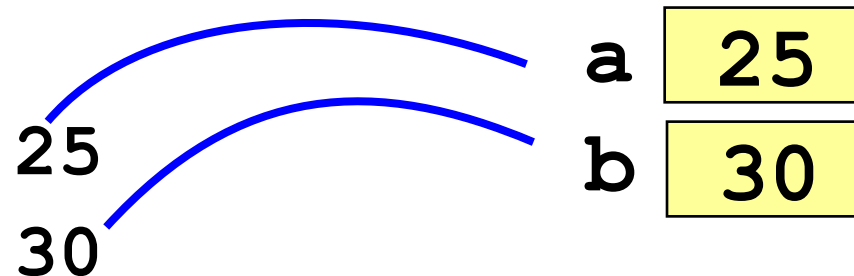
Ввод с клавиатуры

```
cin >> a >> b;
```

через пробел:



через *Enter*:



Программа сложения чисел

```
int main()
{
    int a, b, c;
    cin >> a >> b; // ввести два числа
    c = a + b;      // вычислить их сумму
    cout << c;      // вывести сумму на экран
}
```



Что плохо?

ожидание:

Введите два числа: 5 7
5+7=12

реальность:

5 7
12



Как улучшить диалог?

cout << данных с текстом

значение a

значение b

значение c

$5+7=12$

ТЕКСТ

```
cout << a;  
cout << "+" ;  
cout << b;  
cout << "=" ;  
cout << c;
```

→

```
cout << a << "+"  
    << b << "=" << c;
```

Программа сложения чисел

```
int main()
{
    int a, b, c;
    cout << "Введите два числа: ";
    cin >> a >> b;
    c = a + b;
    cout << a << "+" << b << "=" << c;
}
```



Как переделать для 3-х чисел?

Задачи

«А»: Ввести три числа, найти их сумму.

Пример:

Введите три числа:

4

5

7

$$4+5+7=16$$

«В»: Ввести три числа, найти их сумму и произведение.

Пример:

Введите три числа:

4

5

7

$$4+5+7=16$$

$$4*5*7=140$$

Задачи

«С»: Ввести три числа, найти их сумму, произведение и среднее арифметическое.

Пример:

Введите три числа:

4

5

7

$$4+5+7=16$$

$$4*5*7=140$$

$$(4+5+7) / 3 = 5.333333$$

Арифметические выражения

$$a \leftarrow \frac{c + b - 1}{2} \cdot d$$

Линейная запись (в одну строку):

```
a = (c+b-1)/2*d;
```

Операции: + – * – умножение / – деление

Порядок выполнения операций:

- 1) действия в скобках
- 2) умножение и деление, слева направо
- 3) сложение и вычитание, слева направо

6 5 2 1 3 4

```
a = c + (1 - 2 * b) / 2 * d;
```

Сокращённая запись операций

Полная запись:

```
a = a + b;  
a = a + 1;  
a = a - b;  
a = a - 1;  
a = a * b;  
a = a / b;
```

Сокращённая запись:

```
a += b;  
a += 1;  
a -= b;  
a -= 1;  
a *= b;  
a /= b;
```

```
a++;
```

```
a--;
```

Особенность деления

```
int a = 7, b = 8;  
float x = a / b;
```



Чему равен **x**?



Результат деления целого числа на целое – это целое число (остаток отбрасывается)!

```
int a = 3, b = 4;  
float x;  
x = a / b;  
x = 10 / b;  
x = a / 2;  
x = 10. / b;  
x = a / 2.;  
x = float(a) / b;
```

Частное и остаток при делении целых

/ – деление нацело (остаток отбрасывается)

% – остаток от деления

175 сек = 2 мин 55 сек



Как получить 2 и 55?

```
int t, m, s;
```

```
t = 175;
```

```
m = t / 60;
```

```
s = t % 60;
```

Частное и остаток при делении целых



Что получится?

```
n = 123
```

```
d = n / 10;
```

```
k = n % 10;
```

При делении на 10 нацело отбрасывается последняя цифра числа.

Остаток от деления на 10 – это последняя цифра числа.

Форматирование вывода

```
int a = 1, b = 2, c = 3;  
cout << a << b << c;
```

123

```
cout << a << " "  
      << b << " " << c;
```

1 2 3

```
#include <iomanip>
```

...

```
cout << a  
      << setw(3) << b  
      << setw(5) << c;
```

1 2 3
3 5

КОЛИЧЕСТВО ЗНАКОВ
НА ВЫВОД ЧИСЛА



Сколько знаков для вывода *a*?

Задачи

«А»: Ввести число, обозначающее количество секунд.
Вывести то же самое время в минутах и секундах.

Пример:

Введите число секунд: **175**
2 мин. 55 с.

«В»: Ввести число, обозначающее количество секунд.
Вывести то же самое время в часах, минутах и секундах.

Пример:

Введите число секунд: **8325**
2 ч. 18 мин. 45 с

Задачи

«С»: Занятия в школе начинаются в 8-30. Урок длится 45 минут, перерывы между уроками – 10 минут. Ввести номер урока и вывести время его окончания.

Пример:

Введите номер урока: 6
13-50

Форматный вывод

```
float x = 12.34567891;  
cout << x;
```

вариант:

12.3457

6 значащих цифр
по умолчанию

```
#include <iomanip>
```

манипуляторы

```
cout << fixed << setw(10)  
      << setprecision(3) << x;
```

12.346

10

в дробной
части

всего на
число

ФОРМАТНЫЙ ВЫВОД

```
float x = 12.34567891;  
cout << fixed;
```

```
cout << setw(8) << setprecision(2)  
      << x;
```

___12.34

```
cout << setw(2) << setprecision(2)  
      << x;
```

12.34

```
cout << setw(0) << setprecision(1)  
      << x;
```

МИНИМАЛЬНО
ВОЗМОЖНОЕ

12.3

Научный формат чисел

```
float x = 123456789;  
cout << x;
```

1.23457e+08

$1,23457 \cdot 10^8$

```
float x = 0.0000123456789;  
cout << x;
```

1.23457e-005

$1,23457 \cdot 10^{-5}$

```
float x = 0.0000123456789;  
cout << scientific  
      << setw(10)  
      << setprecision(3)  
      << x;
```

3
┌ 1.235e-05 ┐
10

Операции с вещественными числами

int – целая часть числа (дробная часть отбрасывается)

round – округление к ближайшему целому

ceil – округление «вверх»

```
#include <cmath>
```

```
float x = 1.6;  
cout << int(x) ;
```



1

```
cout << round(x) ;
```



2

```
cout << ceil(x) ;
```



2

Операции с вещественными числами

sqrt – квадратный корень

```
float x = 2.25;  
cout << sqrt(x);
```



1.5

Операции с вещественными числами

$$1/3 = 0,33333...$$

бесконечно много знаков



Большинство вещественных чисел хранятся в памяти компьютера с ошибкой!

```
float x, y, z;  
x = 1./2;  
y = 1./3;  
z = 5./6; // 5/6=1/2+1/3  
cout << x+y-z;
```

5.96046e-08

Задачи

«А»: Ввести число, обозначающее размер одной фотографии в Мбайтах. Определить, сколько фотографий поместится на флэш-карту объёмом 2 Гбайта.

Пример:

Размер фотографии в Мбайтах: **6.3**

Поместится фотографий: 325.

Задачи

«В»: Оцифровка звука выполняется в режиме стерео с частотой дискретизации 44,1 кГц и глубиной кодирования 24 бита. Ввести время записи в минутах и определить, сколько Мбайт нужно выделить для хранения полученного файла (округлить результат в большую сторону).

Пример:

Введите время записи в минутах: 10

Размер файла 152 Мбайт

Задачи

«С»: Разведчики-математики для того, чтобы опознать своих, используют числовые пароли. Услышав число-пароль, разведчик должен возвести его в квадрат и сказать в ответ первую цифру дробной части полученного числа. Напишите программу, которая по полученному паролю (вещественному числу) вычисляет число-ответ.

Пример:

Введите пароль: 1.92

Ответ: 6

потому что $1,92^2 = 3,6864\dots$, первая цифра дробной части – 6

Случайные и псевдослучайные числа

Случайные явления

- встретил слона – не встретил слона
- жеребьёвка на соревнованиях
- лотерея
- случайная скорость (направление выстрела) в игре
- ...



Случайные числа — это последовательность чисел, в которой невозможно предсказать следующее число, даже зная все предыдущие.

Случайные и псевдослучайные числа



Компьютер неслучаен!

Псевдослучайные числа — похожи на случайные, но строятся по формуле.

следующее

предыдущее

$$X_{n+1} = \text{mod}(a * X_n + b, c) \quad | \quad \text{от } 0 \text{ до } c-1$$

$$X_{n+1} = \text{mod}(X_n + 3, 10) \quad | \quad \text{от } 0 \text{ до } 9$$

$X = 0 \rightarrow 3 \rightarrow 6 \rightarrow 9 \rightarrow 2 \rightarrow 5 \rightarrow 8$

зерно

$8 \rightarrow 1 \rightarrow 4 \rightarrow 7 \rightarrow 0$

заикливание

Датчик случайных чисел

```
#include <random>
```

random – случайный

32767 (?)

```
int n;  
n = rand();    // отрезок [0; RAND_MAX]
```

```
cout << rand() << endl;  
cout << rand() << endl;  
cout << rand() << endl;
```

разные
случайные
числа



Как получить число на `[a; b]`?

Случайные числа на отрезке



Какое число получим?

```
int K, L;  
K = rand() % 6;  
L = rand() % 6 + 1;
```



Как получить число на $[a; b]$?

```
int a = 1, b = 6;  
int M = rand() % (b-a+1) + a; // [a,b]
```

$[0; b-a]$

Случайные вещественные числа

```
float a = -10, b = 10;  
float x = rand() / RAND_MAX;
```

[0; RAND_MAX]



Какое число получим?

```
x = 1. * rand() / RAND_MAX; // [0; 1]
```

```
x = float(b-a) * rand() / RAND_MAX; // [0; b-a]
```

Вещественные числа на [a, b]:

```
x = float(b-a) * rand() / RAND_MAX + a;
```

Задачи

- «А»: В игре «Русское лото» из мешка случайным образом выбираются бочонки, на каждом из которых написано число от 1 до 90. Напишите программу, которая выводит наугад первые 5 выигрышных номеров.
- «В»: + Доработайте программу «Русское лото» так, чтобы все 5 значений гарантированно были бы разными (используйте разные диапазоны).

Задачи

«С»: + Игральный кубик бросается три раза (выпадает три случайных значения). Из этих чисел составляется целое число, программа должна найти его квадрат.

Пример:

Выпало очков:

1 2 3

Число 123

Его квадрат 15129

Задачи

«D»: + Получить случайное трёхзначное число и вывести в столбик его отдельные цифры.

Пример:

Получено число 123

сотни: 1

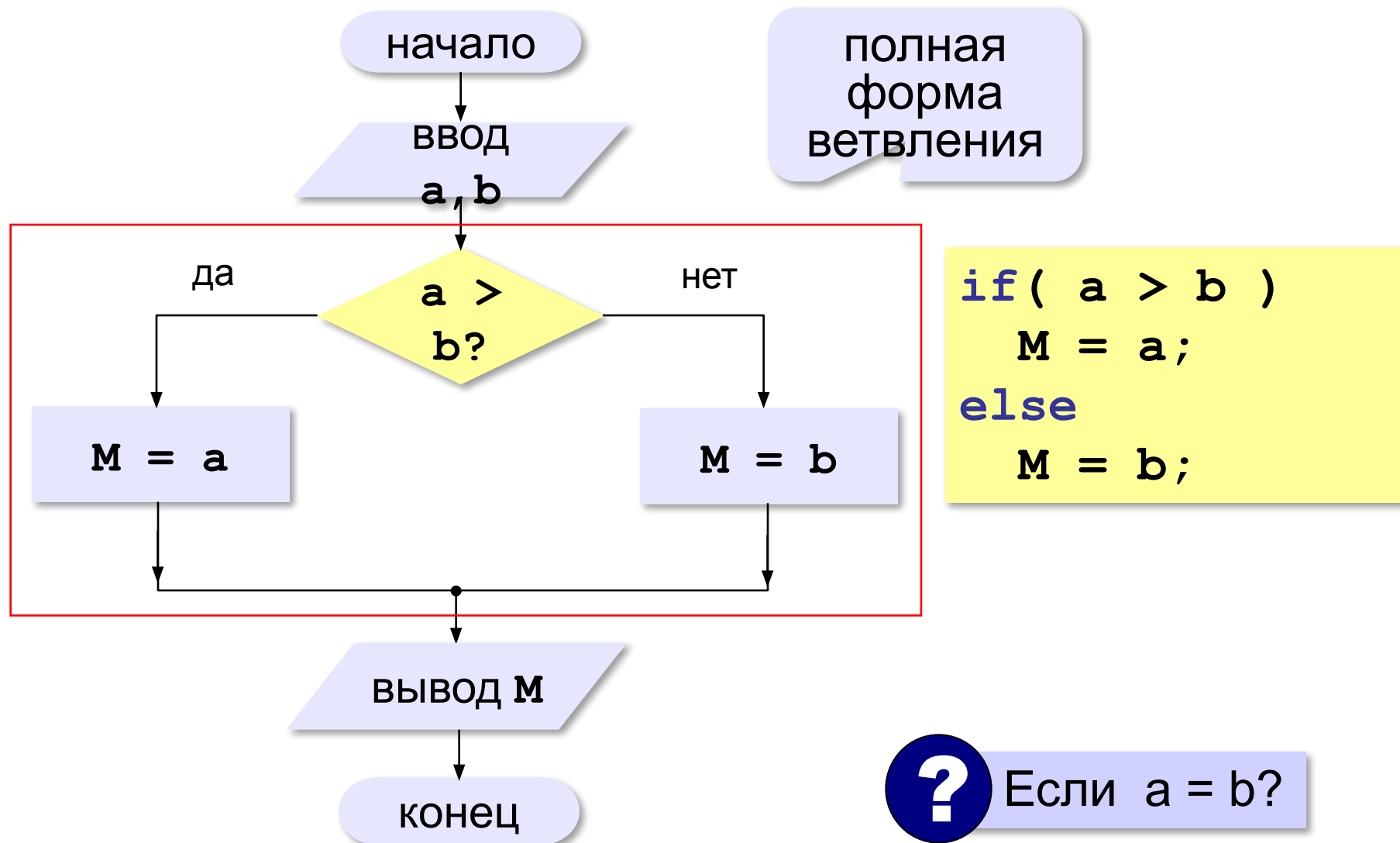
десятки: 2

единицы: 3

Программирование (C++)

§ 19. Ветвления

Выбор наибольшего из двух чисел

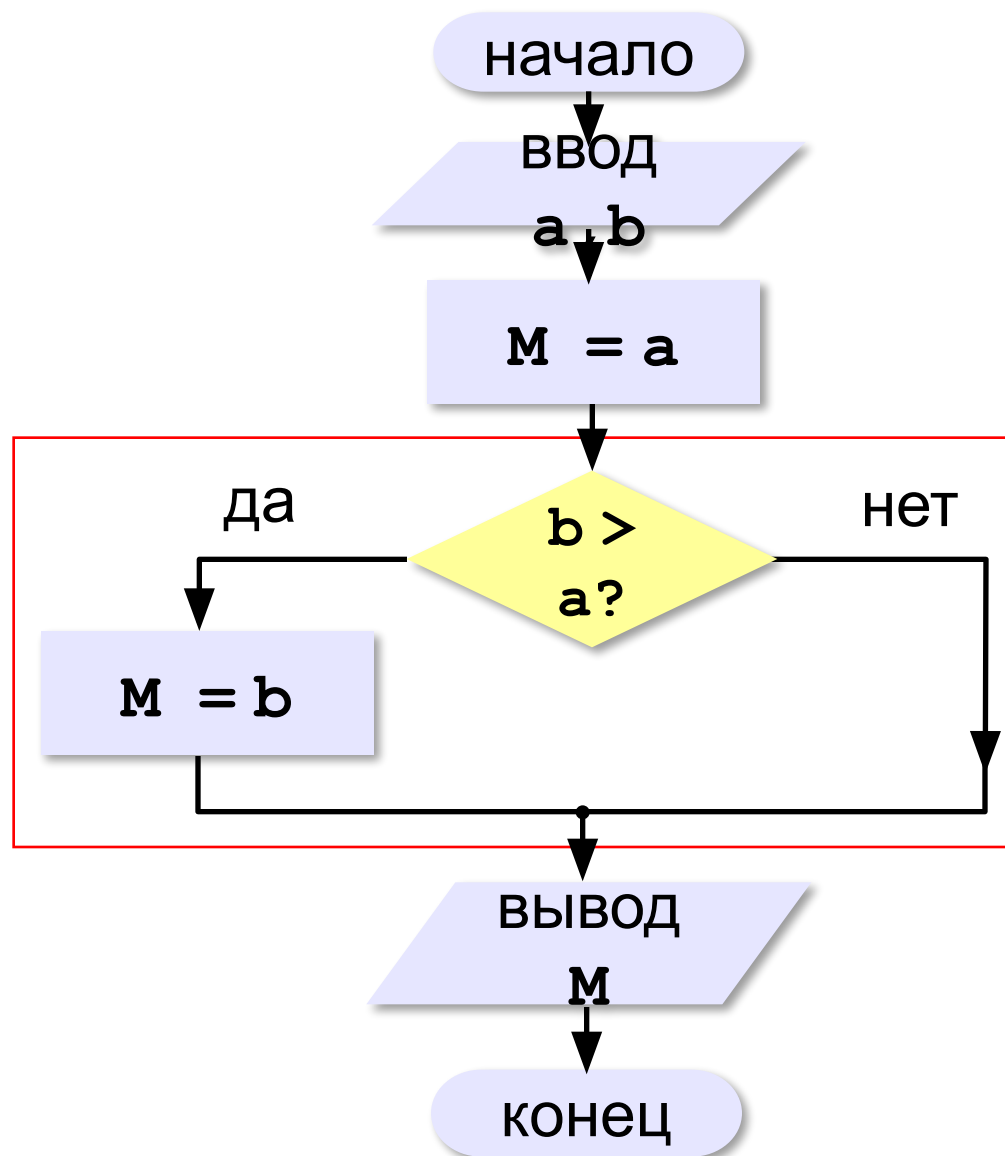


Вариант 1. Программа

```
int main()  
{  
    int a, b, M;  
    cout << "Введите два целых числа:";  
    cin >> a >> b;  
    if( a > b )  
        M = a;  
    else  
        M = b;  
    cout << "Наибольшее число " << M;  
}
```

полная форма
условного
оператора

Выбор наибольшего из двух чисел-2



неполная
форма
ветвления

Вариант 2. Программа

```
int main()  
{  
    int a, b, M;  
    cout << "Введите два целых числа: ";  
    cin >> a << b;  
    M = a;  
    if( b > a )  
        M = b;  
    cout << "Наибольшее число " << M;  
}
```

неполная
форма
условного
оператора

Примеры

Поиск минимального:

```
if( a < b )
```

```
    M = a;
```

```
if( b < a )
```

```
    M = b;
```



Что плохо?



Когда работает неверно?



Что делает эта программа?

```
if( a < b )
```

```
{
```

```
    c = a;
```

```
    a = b;
```

```
    b = c;
```

```
}
```

составной
оператор



Составной оператор (блок) в фигурных скобках!

В других языках программирования

Python:

```
if a < b:  
    c = a  
    a = b  
    b = c
```

Паскаль:

```
if a < b then begin  
    c = a;  
    a = b;  
    b = c;  
end;
```

Вложенные условные операторы

Задача. В переменной **a** записан возраст Антона, а в переменной **b** – возраст Бориса. Определить, кто из них старше.

? Сколько вариантов ответа?

```
if( a > b )  
    cout << "Андрей старше";  
else  
    if( a == b )  
        cout << "Одного возраста";  
    else  
        cout << "Борис старше";
```

вложенный
условный
оператор

else относится к
ближайшему **if(**

Задачи

«А»: Ввести два целых числа, найти наибольшее и наименьшее из них.

Пример:

Введите два целых числа:

1 5

Наибольшее число 5

Наименьшее число 1

«В»: Ввести четыре целых числа, найти наибольшее из них.

Пример:

Введите четыре целых числа:

1 5 4 3

Наибольшее число 5

Задачи

«С»: Ввести последовательно возраст Антона, Бориса и Виктора. Определить, кто из них старше.

Пример:

Возраст Антона: 15

Возраст Бориса: 17

Возраст Виктора: 16

Ответ: Борис старше всех.

Пример:

Возраст Антона: 17

Возраст Бориса: 17

Возраст Виктора: 16

Ответ: Антон и Борис старше Виктора.

Сложные условия

Задача. Фирма набирает сотрудников от 25 до 40 лет включительно. Ввести возраст человека и определить, подходит ли он фирме (вывести ответ "подходит" или "не подходит").

Особенность: надо проверить, выполняются ли два условия одновременно:

возраст ≥ 25

возраст ≤ 40



Можно ли решить известными методами?

Плохое решение

```
int main()  
{  
    int x;  
    cout << "Введите ваш возраст";  
    cin >> x;  
    if( x >= 25 )  
        if( x <= 40 )  
            cout << "Подходит!";  
        else  
            cout << "Не подходит.";  
    else  
        cout << "Не подходит.";  
}
```

вложенный
условный
оператор

Хорошее решение (операция «И»)

```
int main()
{
    int x;
    cout << "Введите ваш возраст";
    cin >> x;
    if( x >= 25 and x <= 40 )
        cout << "Подходит! ";
    else
        cout << "Не подходит.";
}
```

сложное
условие

Примеры

Задача. Вывести "Да", если число в переменной *a* – двузначное.

```
if( 10 <= a and a <= 99 )  
    cout << "Да";
```

Задача. Вывести "Да", если число в переменной *a* – двузначное и делится на 7.

```
if( 10 <= a and a <= 99  
    and a % 7 == 0 )  
    cout << "Да";
```


Сложные условия

Задача. Самолёт летает по понедельникам и четвергам.
Ввести номер дня недели и определить, летает ли в этот день самолёт.

Особенность: надо проверить, выполняется ли **одно из двух** условий:

день = 1

день = 4

```
if ( d == 1 or d == 4 )  
    cout << "Летает";  
else  
    cout << "Не летает";
```

сложное
условие

Ещё пример

Задача. Фирма набирает сотрудников от 25 до 40 лет включительно. Ввести возраст человека и определить, подходит ли он фирме (вывести ответ "подходит" или "не подходит"). Использовать «ИЛИ».

```
if( x < 25 or x > 40 )  
    cout << "Не подходит!";  
else  
    cout << "Подходит.";
```

Простые и сложные условия

Простые условия (отношения)

равно

< <= > >= == !=

не равно

Сложное условие – это условие, состоящее из нескольких простых условий (отношений), связанных с помощью логических операций:

- **И** – одновременное выполнение условий

$x \geq 25 \text{ and } x \leq 40$

- **ИЛИ** – выполнение хотя бы одного из условий

$x < 25 \text{ or } x > 40$

- **НЕ** – отрицание, обратное условие

$\text{not } (x > 25) \quad \Leftrightarrow$

$x \leq 25$

Порядок выполнения операций

- выражения в скобках
- НЕ (**not**)
- И (**and**)
- ИЛИ (**or**)

```
      4      1      6      2      5      3  
if(  not(a > 2) or c != 5 and b < a )  
  {  
    ...  
  }
```

Сложные условия

Истинно или ложно при $a = 2$; $b = 3$; $c = 4$;

not ($a > b$)

Да

$(a < b)$ **and** $(b < c)$

Да

$(a > c)$ **or** $(b > c)$

Нет

$(a < b)$ **and** $(b > c)$

Нет

$(a > c)$ **and** $(b > d)$

Нет

not $(a \geq b)$ **or** $(c = d)$

Да

$(a \geq b)$ **or not** $(c < b)$

Да

$(a > c)$ **or** $(b > c)$ **or** $(b > a)$

Да

Задачи

«А»: Напишите программу, которая получает три числа - рост трёх спортсменов, и выводит сообщение «По росту.», если они стоят по возрастанию роста, или сообщение «Не по росту!», если они стоят не по росту.

Пример:

Введите рост трёх спортсменов:

165 170 172

По росту.

Пример:

Введите рост трёх спортсменов:

175 170 172

Не по росту!

Задачи

«В»: Напишите программу, которая получает номер месяца и выводит соответствующее ему время года или сообщение об ошибке.

Пример:

Введите номер месяца :

5

Весна .

Пример:

Введите номер месяца :

15

Неверный номер месяца .

Задачи

«С»: Напишите программу, которая получает возраст человека (целое число, не превышающее 120) и выводит этот возраст со словом «год», «года» или «лет». Например, «21 год», «22 года», «25 лет».

Пример:

Введите возраст: **18**

Вам 18 лет.

Пример:

Введите возраст: **21**

Вам 21 год.

Пример:

Введите возраст: **22**

Вам 22 года.

Логические переменные

```
bool b;  
b = true;    // 1  
b = false;   // 0
```

ТОЛЬКО ДВА
ВОЗМОЖНЫХ
ЗНАЧЕНИЯ

Пример:

```
bool vyh;  
...  
vyh = (d == 6) or (d == 7);  
...  
if( not vyh )  
    cout << "Рабочий день.";  
else  
    cout << "Выходной!";
```

Задачи

«А»: Напишите программу, которая получает с клавиатуры целое число и записывает в логическую переменную значение «да» (True), если это число трёхзначное. После этого на экран выводится ответ на вопрос: «Верно ли, что было получено трёхзначное число?».

Пример:

Введите число: **165**

Ответ: да.

Пример:

Введите число: **1651**

Ответ: нет.

Задачи

«В»: Напишите программу, которая получает с клавиатуры трёхзначное число и записывает в логическую переменную значение «да» (True), если это число – палиндром, то есть читается одинаково слева направо и справа налево. После этого на экран выводится ответ на вопрос: «Верно ли, что введённое число – палиндром?».

Пример:

Введите число: **165**

Ответ: нет.

Пример:

Введите число: **656**

Ответ: да.

Задачи

«С»: Напишите программу, которая получает с клавиатуры трёхзначное число и записывает в логическую переменную значение «да» (True), если это все его цифры одинаковы. После этого на экран выводится ответ на вопрос: «Верно ли, что все цифры введённого числа одинаковы?»

Пример:

Введите число: **161**

Ответ: нет.

Пример:

Введите число: **555**

Ответ: да.

Экспертная система

Экспертная система — это компьютерная программа, задача которой — заменить человека-эксперта при принятии решений в сложной ситуации.

База знаний = факты + правила writea:

- если у животного есть перья, то это **птица**;
- если животное кормит детенышей молоком, то это — **млекопитающее**;
- если животное — млекопитающее и ест мясо, то это — **хищник**.

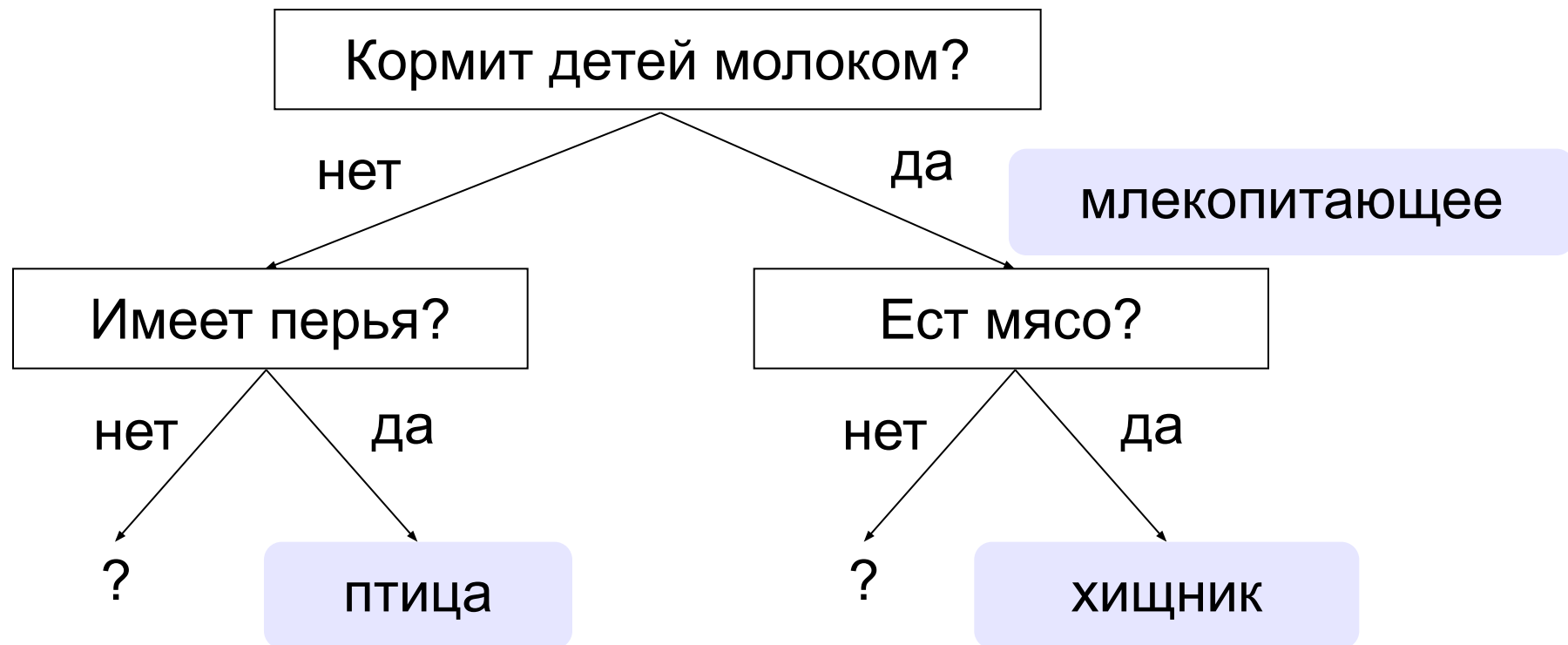
Диалог:

Это животное кормит детей молоком? **Нет**

Это животное имеет перья? **Да**

Это **птица**.


Дерево решений



Программирование экспертной системы

Ответы пользователя: **да** и **нет** – символьные строки.

```
string otvet;  
...  
cout << "Кормит детей молоком? ";  
cin >> otvet;  
if( otvet == "да" )  
    ... // вариант 1  
else  
    ... // вариант 1
```



```
    cout << "Млекопитающее.";  
    cout << "Ест мясо? ";  
    cin >> otvet;  
    if( otvet == "да" )  
        cout << "Хищник.";  
    else  
        cout << "Не знаю.";
```

Заглавные и строчные буквы

```
string otvet;  
...  
if( otvet == "да" )  
...
```

не работает
на "Да"



Как исправить?

```
if( otvet == "да" or otvet == "Да" )  
...
```


Программирование (C++)

§ 23. Отладка программ

Виды ошибок

Синтаксические ошибки – нарушение правил записи операторов языка программирования.

Обнаруживаются транслятором.

Логические ошибки – неверно составленный алгоритм.



Отказ (ошибка времени выполнения) – аварийная ситуация во время выполнения программы.

Отладка – поиск и исправление ошибок в программе.

Пример отладки программы

Программа решения квадратного уравнения

$$ax^2 + bx + c = 0$$

```
int main()
{
    float a, b, c, D, x1, x2;
    cout << "Введите a, b, c: ";
    cin >> a >> b >> c;
    D = b*b - 4*a*a;
    x1 = (-b + sqrt(D))/2*a;
    x2 = (-b - sqrt(D))/2*a;
    cout << "x1=" << x1
         << " x2=" << x2) ;
}
```

Тестирование

Тест 1. $a = 1, b = 2, c = 1$.

Ожидание:

$x1=-1 \quad x2=-1$

Реальность:

$x1=-1 \quad x2=-1$



Тест 2. $a = 1, b = -5, c = 6$.

$x1=3 \quad x2=2$

$x1=4.79129 \quad x2=0.208712$



Найден вариант, когда программа работает неверно.
Ошибка **воспроизводится!**

Возможные причины:

- неверный ввод данных
- неверное вычисление дискриминанта
- неверное вычисление корней
- неверный вывод результатов

$$D = b^2 - 4ac$$

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a}$$

Отладочная печать

Идея: выводить все промежуточные результаты.

```
cin >> a >> b >> c;
```

```
cout << a << " " << b << " " << c << endl;
```

```
D = b*b - 4*a*a;
```

```
cout << "D=" << D << endl;
```

```
...
```

Результат:

Введите a, b, c: 1 -5 6

1 -5 6

D=21

$$D = b^2 - 4ac = 25 - 4 \cdot 1 \cdot 6 = 1$$

```
D = b*b - 4*a*c;
```



Одна ошибка найдена!

Отладка программы

Тест 1. $a = 1, b = 2, c = 1$.

Ожидание:

`x1=-1 x2=-1`

Реальность:

`x1=-1 x2=-1`



Тест 2. $a = 1, b = -5, c = 6$.

`x1=3 x2=2`

`x1=3 x2=2`



Программа работает верно?

Тест 3. $a = 8, b = -6, c = 1$.

`x1=0.5 x2=0.25`

`x1=32 x2=16`



`x1 = (-b+sqrt(D)) / (2*a);`

`x2 = (-b-sqrt(D)) / (2*a);`



Что неверно?

Задачи

«A»: Загрузите программу, которая должна вычислять сумму цифр трёхзначного числа:

```
int N, d1, d2, s;  
cin >> "N = ";  
cout << N;  
d0 = N % 10;  
d1 = N % 100;  
d2 = N / 100;  
d0 + d2 = s  
cout << s;
```

Выполните отладку программы:

- исправьте синтаксические ошибки
- определите ситуации, когда она работает неверно
- исправьте логические ошибки.

Задачи

«В»: Доработайте программу из п. А так, чтобы она правильно работала с отрицательными трёхзначными числами: при вводе числа «–123» программа должна выдавать ответ 6.

Задачи

«С»: Загрузите программу, которая должна вычислять наибольшее из трёх чисел:

```
int a, b;  
cin >> "a = "; cin >> a;  
cout << "b = "; cout << b;  
cin >> "c = "; cin >> c;  
if( a > b ) M = a;  
else M = b;  
if( c > b ) M = b;  
else M = c;  
cout << M;
```

Выполните отладку программы:

- исправьте синтаксические ошибки
- определите ситуации, когда она работает неверно
- исправьте логические ошибки.

Программирование (C++)

§ 20. Программирование циклических алгоритмов

Зачем нужен цикл?

Задача. Вывести 5 раз «Привет!».

```
cout << "Привет" ;  
cout << "Привет" ;  
cout << "Привет" ;  
cout << "Привет" ;  
cout << "Привет" ;
```



А если 5000?

Цикл «N раз»:

```
// сделай 5 раз  
cout << "Привет" ;
```



В C++ нет такого цикла! 😞

Как организовать цикл?

! Нужно запоминать, сколько раз цикл уже выполнен!



```
// счётчик = 0
// пока счётчик < 5
cout << "Привет";
// счётчик = счётчик + 1
```

ещё не делали

сделали ещё раз

```
int count = 0;
while( count < 5 ) {
    cout << "Привет";
    count++;
}
```

составной
оператор

Как организовать цикл?

Идея: запоминать, сколько шагов осталось.

```
int count = 5;  
while( count > 0 ) {  
    cout << "Привет";  
    count--;  
}
```

Цикл с предусловием

- условие проверяется при входе в цикл
- как только условие становится ложным, работа цикла заканчивается
- если условие ложно в самом начале, цикл не выполняется **ни разу**

```
while ( условие ) {  
    ...  
}
```

тело цикла



Если условие никогда не станет ложно?

```
while ( 1 ) {  
    ...  
}
```

бесконечный цикл
(зацикливание)

Сумма цифр числа

Задача. Вычислить сумму цифр введенного числа.

$$123 \rightarrow 1 + 2 + 3 = 6$$

Выделить последнюю цифру числа в переменной N :

```
d = N % 10;
```

$$123 \rightarrow 3$$

Отбросить последнюю цифру числа в переменной N :

```
N = N / 10;
```

$$123 \rightarrow 12$$

Добавить к переменной sum значение переменной d :

```
sum = sum + d;
```

$$sum = 6 \rightarrow 6 + 4 = 10$$

$$d = 4$$

или

```
sum += d;
```

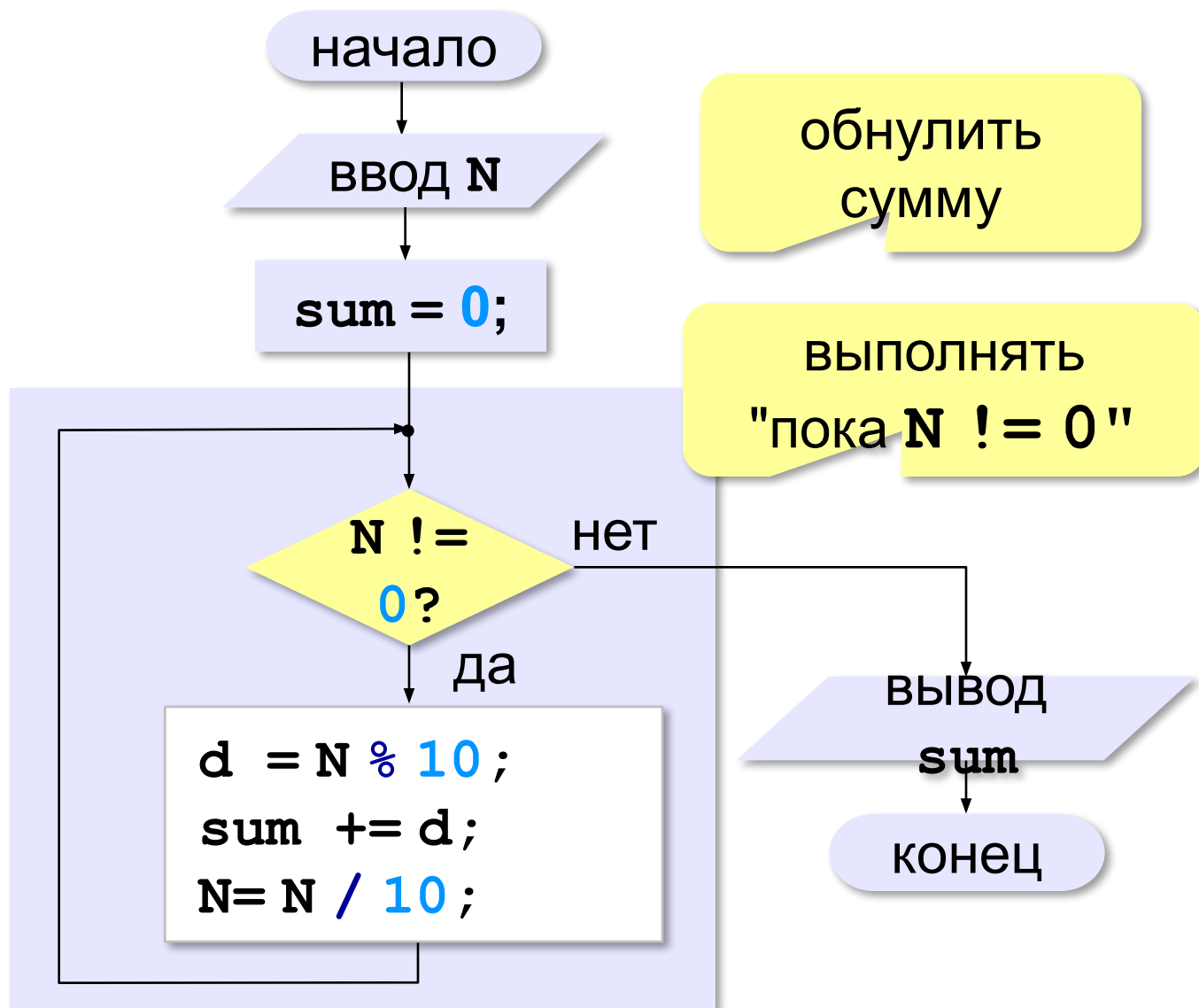
Сумма цифр числа

- выделяем последнюю цифру числа (%)
- увеличиваем сумму на значение цифры (`sum+=d;`)
- отсекаем последнюю цифру числа (/)

N	d	sum
123		0

начальные значения

Сумма цифр числа



Сумма цифр числа

```
int main() {  
    int N, d, sum;  
    cout << "Введите целое число";  
    cin >> N;  
    sum = 0; N1 = N;  
    while( N != 0 ) {  
        d = N % 10;  
        sum += d;  
        N = N / 10;  
    }  
    cout << "Сумма цифр числа " << N1  
        << " равна" << sum;  
}
```



Что плохо?

Задачи

«А»: Напишите программу, которая получает с клавиатуры количество повторений и выводит столько же раз какое-нибудь сообщение.

Пример:

Сколько раз повторить? **3**

Привет!

Привет!

Привет!

«В»: Напишите программу, которая получает с клавиатуры натуральное число и определяет, сколько раз в его десятичной записи встречается цифра 1.

Пример:

Введите число? **311**

Единиц: **2**

Задачи

«С»: Напишите программу, которая получает с клавиатуры натуральное число и находит наибольшую цифру в его десятичной записи.

Пример:

Введите число: **311**

Наибольшая цифра: 3

«D»: Напишите программу, которая получает с клавиатуры натуральное число и определяет, есть ли в его десятичной записи одинаковые цифры, стоящие рядом.

Пример:

Введите число: **553**

Ответ: да.

Введите число: **535**

Ответ: нет.

Алгоритм Евклида

Задача. Найти наибольший общий делитель (НОД) двух натуральных чисел.

Заменяем большее из двух чисел **разностью** большего и меньшего до тех пор, пока они не станут равны. Это и есть НОД.

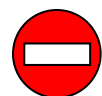
$$\begin{aligned}\text{НОД}(a, b) &= \text{НОД}(a - b, b) \\ &= \text{НОД}(a, b - a)\end{aligned}$$



Евклид
(365-300 до. н. э.)

Пример:

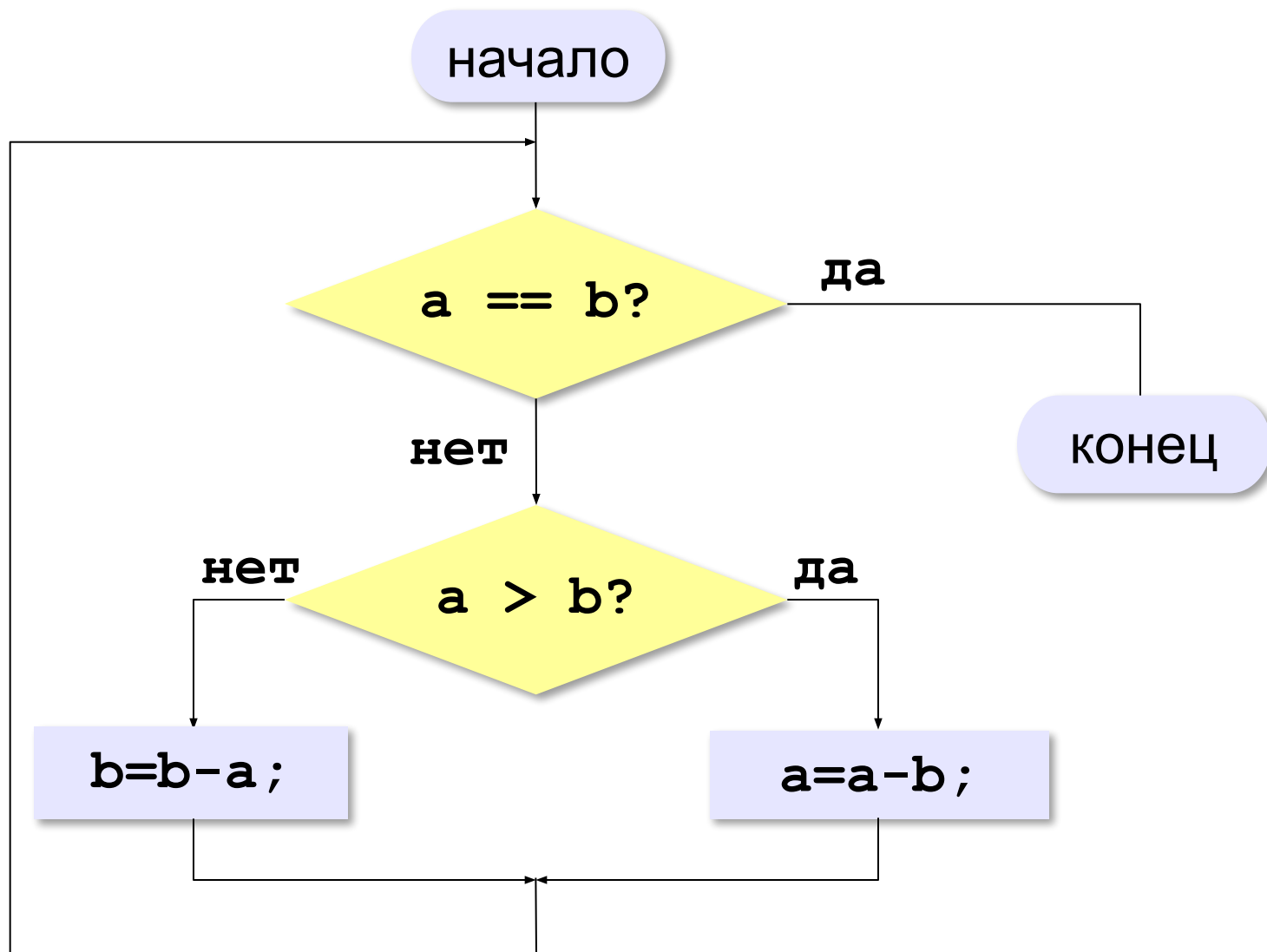
$$\begin{aligned}\text{НОД}(14, 21) &= \text{НОД}(14, 21 - 14) = \text{НОД}(14, 7) \\ &= \text{НОД}(7, 7) = 7\end{aligned}$$



много шагов при большой разнице чисел:

$$\text{НОД}(1998, 2) = \text{НОД}(1996, 2) = \dots = 2$$

Алгоритм Евклида



Алгоритм Евклида

```
while ( a != b )  
    if ( a > b )  
        a = a - b;  
    else  
        b = b - a;
```

- ? Где будет НОД? Как его вывести?
- ? Как вывести НОД в формате $\text{НОД}(14,21) = 7$?
- ? А без дополнительных переменных?

Модифицированный алгоритм Евклида

Заменяем большее из двух чисел **остатком от деления** большего на меньшее до тех пор, пока меньшее не станет **равно нулю**. Тогда большее — это НОД.

$$\begin{aligned}\text{НОД}(a, b) &= \text{НОД}(a \% b, b) \\ &= \text{НОД}(a, b \% a)\end{aligned}$$

Пример:

$$\text{НОД}(14, 21) = \text{НОД}(14, 7) = \text{НОД}(0, 7) = 7$$

Модифицированный алгоритм

```
while( a != 0 and b != 0 )  
    if( a > b )  
        a = a % b;  
    else  
        b = b % a;
```



Где будет НОД? Как его вывести?

```
if( a != 0 )  
    cout << a;  
else  
    cout << b;
```



```
cout << a+b ;
```

В других языках программирования

Python:

```
while a!=0 and b!=0:  
    if a > b:  
        a = a % b  
    else:  
        b = b % a
```

Паскаль:

```
while (a<>0 and b<>0) do  
    if( a > b )  
        a = a mod b;  
    else  
        b = b mod a
```

Задачи

«А»: Ввести с клавиатуры два натуральных числа и найти их НОД с помощью алгоритма Евклида.

Пример:

Введите два числа:

21 14

$\text{НОД}(21, 14) = 7$

«В»: Ввести с клавиатуры два натуральных числа и найти их НОД с помощью **модифицированного** алгоритма Евклида. Заполните таблицу:

a	64168	358853	6365133	17905514	549868978
b	82678	691042	11494962	23108855	298294835
НОД (a, b)					

Задачи

«С»: Ввести с клавиатуры два натуральных числа и сравнить количество шагов цикла для вычисления их НОД с помощью обычного и модифицированного алгоритмов Евклида.

Пример:

Введите два числа:

1998 2

НОД(1998, 2) = 2

Обычный алгоритм: 998

Модифицированный: 1

Обработка потока данных

Задача. На вход программы поступает поток данных — последовательность целых чисел, которая **заканчивается нулём**. Требуется найти сумму элементов этой последовательности.

```
while( x != 0 ) {  
    // добавить x к сумме  
    // x = следующее число  
}
```



Откуда возьмётся **x** в первый раз?

Обработка потока данных

```
int x, sum;  
...  
sum = 0;  
cin >> x; // ввести первое число  
while( x != 0 ) {  
    sum += x;  
    cin >> x; // ввести следующее  
}  
cout << "Сумма " << sum;
```



Как найти сумму положительных?

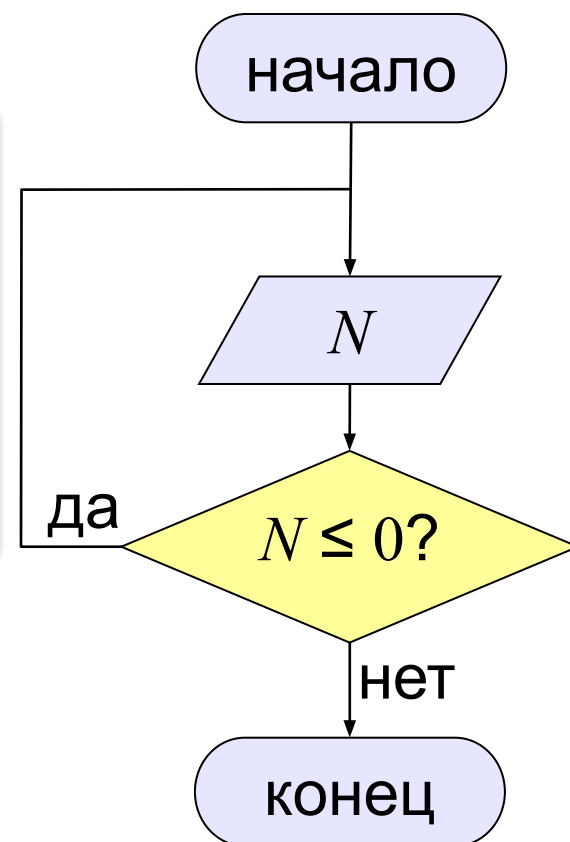
Задачи

- «А»: На вход программы поступает неизвестное количество чисел целых, ввод заканчивается нулём. Определить, сколько получено чисел, которые делятся на 3.
- «В»: На вход программы поступает неизвестное количество чисел целых, ввод заканчивается нулём. Определить, сколько получено двузначных чисел, которые заканчиваются на 3.
- «С»: На вход программы поступает неизвестное количество чисел целых, ввод заканчивается нулём. Найти максимальное из введённых чётных чисел.

Цикл с постусловием

- условие проверяется **после** завершения очередного шага цикла
- цикл всегда выполняется хотя бы один раз
- как только условие становится **ИСТИННЫМ**, работа цикла заканчивается

```
do {  
    cout << "Введите N>0: ";  
    cin >> N;  
}  
while ( N <= 0 );
```



Задачи

- «А»: Напишите программу, которая предлагает ввести пароль и не переходит к выполнению основной части, пока не введён правильный пароль. Основная часть – вывод на экран «секретных сведений».
- «В»: Напишите программу, которая получает с клавиатуры натуральное число, которое больше 1, и определяет, простое оно или нет. Для этого нужно делить число на все натуральные числа, начиная с 2, пока не получится деление без остатка.
- «С»: Напишите программу, которая получает с клавиатуры два целых числа и вычисляет их произведение, используя только операции сложения.

Задачи

«D»: Напишите программу, которая получает с клавиатуры натуральное число и вычисляет целый квадратный корень из него – наибольшее число, квадрат которого не больше данного числа.

Цикл по переменной

Задача. Вывести на экран степени числа 2 от 2^1 до 2^{10} .

```
k = 1;
```

```
N = 2;
```

```
while ( k <= 10 )
```

```
{
```

```
  cout << N << " ";
```

```
  N = N*2;
```

```
  k++;
```

```
}
```



Работа с **k** в трёх местах!

Идея:
собрать всё вместе.

```
N = 2;
```

```
for ( k=1; k<=10; k++ )
```

```
{
```

```
  cout << N << " ";
```

```
  N = N*2;
```

```
}
```

Цикл по переменной

Задача. Найти сумму чисел от 1 до 1000.

```
int sum = 0;  
for( int i=1; i<=1000; i++ )  
    sum += i;
```

переменная
нужна только
в цикле

Задача. Вывести квадраты чисел от 10 до 1 по убыванию.

```
for( int k=10; k>=1; k-- )  
    cout << k*k << endl;
```

Цикл по переменной

Задача. Найти сумму чётных чисел от 2 до 1000.

```
int sum = 0;  
for( int i=2; i<=1000; i++ )  
    if( i % 2 == 0 )  
        sum += i;
```

В других языках программирования

Python:

диапазон [1;1001)

```
Sum = 0
for i in range(1, 1001):
    Sum += i
```

Паскаль:

```
var sum, i: integer;
sum := 0;
for i:=1 to 1000 do
    sum := sum + i;
```

Задачи

«А»: Ипполит задумал трёхзначное число, которое при делении на 15 даёт в остатке 11, а при делении на 11 даёт в остатке 9. Напишите программу, которая находит все такие числа.

«В»: С клавиатуры вводится натуральное число N . Программа должна найти факториал этого числа (обозначается как $N!$) – произведение всех натуральных чисел от 1 до N . Например,

$$5! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 = 120.$$

«С»: Натуральное число называется **числом Армстронга**, если сумма цифр числа, возведенных в N -ную степень (где N – количество цифр в числе) равна самому числу. Например, $153 = 1^3 + 5^3 + 3^3$. Найдите все трёхзначные Армстронга.

Программирование (C++)

§ 21. Массивы

Что такое массив?



Как ввести 10000 переменных?

Массив – это группа переменных одного типа, расположенных в памяти рядом (в соседних ячейках) и имеющих общее имя.

Надо:

- выделять память
- записывать данные в нужную ячейку
- читать данные из ячейки

Выделение памяти (объявление)



Массив = таблица!

количество
элементов

начальные
значения

```
int A[5] = {1, 2, 0, 8, 5};  
float V[6] = {1.2, 4.3};
```

остальные -
нули



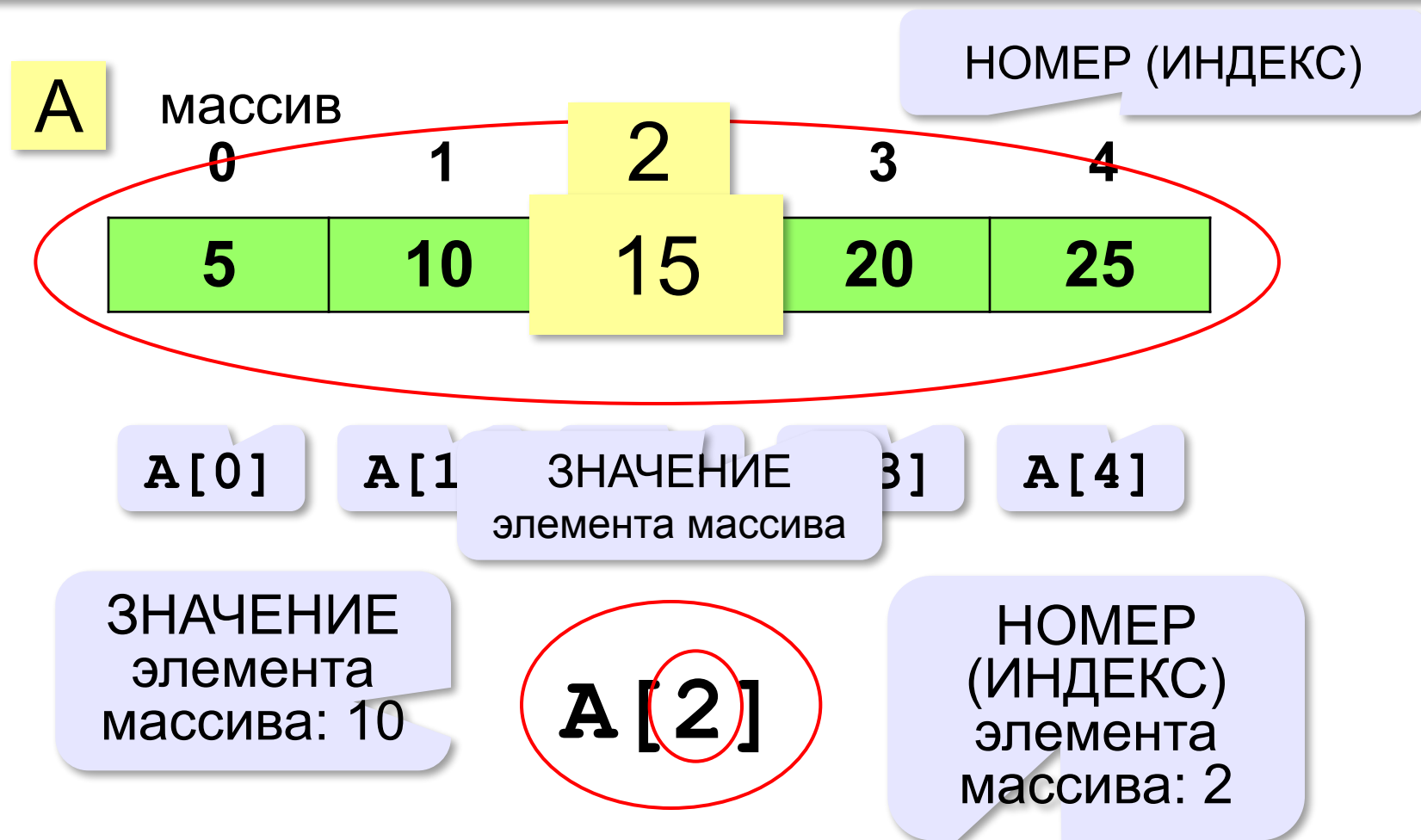
Зачем?

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

размер через
константу

Обращение к элементу массива

Индекс элемента — это значение, которое указывает на конкретный элемент массива.



Что неправильно?

```
int A[10];
```

...

```
A[5] = 4.5;
```

```
A[15] = 8;
```

```
A[1] = "Вася";
```

дробная часть
будет отброшена!

за границами
массива!

недопустимый тип
данных!

Обращение к элементу массива

0	1	2	3	4
23	12	7	43	51

```
int i = 2;  
A[2] = A[i-1] + 2*A[i] + A[2*i];  
cout << A[i] + A[i+2];
```



Что получится?

```
A[2] = A[1] + 2*A[2] + A[4];  
cout << A[2] + A[4];
```

77

128

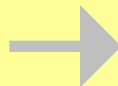
Что неверно?

```
int A[5] = {1, 2, 3, 4, 5};
```

```
int x = 2;
```

```
cout << A[x-3];
```

```
A[x+4]=A[x-1]+A[2*x];
```



```
cout << A[-1];
```

```
A[6]=A[1]+A[4];
```



Что плохо?

Выход за границы массива — это обращение к элементу с индексом, который не существует в массиве.

Перебор элементов массива

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

Перебор элементов: просматриваем все элементы массива и, если нужно, выполняем с каждым из них некоторую операцию.

```
for( int i=0; i<N; i++ ) {  
    // здесь работаем с A[i]  
}
```

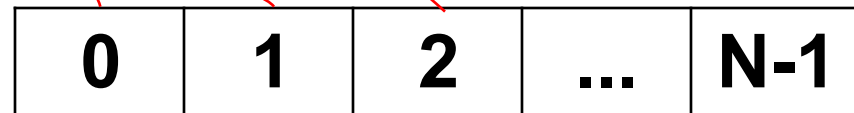
Заполнение массива

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

? Что произойдёт?

В развёрнутом виде

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



? Как заполнить с 1?

```
A[i] = i+1;
```


Заполнение массива в обратном порядке

N	...	3	2	1
---	-----	---	---	---

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

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



Как меняется X?

$X = N, N-1, \dots, 2, 1$

начальное
значение

уменьшение
на 1

Заполнение массива в обратном порядке

N	...	3	2	1
---	-----	---	---	---

$A[i] = X;$

? Как связаны i и X ?

i	X
0	N
1	N-1
2	N-2
...	...
N-1	1

+1

-1

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

!

Сумма i и X не меняется!

$$i + X = N$$

$$X = N - i$$

Вывод массива на экран

```
for (int i=0; i<N; i++)  
    cout << A[i] << " ";
```



Что плохо?

или так:

интервал между
значениями

```
for (int i=0; i<N; i++)  
    cout << A[i] << endl;
```

в столбик

или так:

```
cout << "[";  
for (int i=0; i<N; i++)  
    cout << A[i] << ",";  
cout << "]";
```



Как убрать?

[1,2,3,4,5,]

Ввод с клавиатуры

```
for(int i=0; i<N; i++)  
    cin >> A[i];
```



Что плохо?

С подсказкой для ввода:

```
for(int i=0; i<N; i++) {  
    cout << "A[" ,i, "]=";  
    cin >> A[i];  
}
```

A[1] = 5

A[2] = 12

A[3] = 34

A[4] = 56

A[5] = 13

Заполнение случайными числами

```
#include <random>
...
for(int i=0; i<N; i++) {
    A[i] = 20 + rand() % 81;
    cout << A[i] << " ";
}
```



Какой отрезок?

сразу вывод на
экран

В других языках программирования

Python:

```
A = [0]*N
for i in range(N):
    A[i] = i + 1
print(A)
```



Нумерация элементов
всегда с нуля!

Паскаль:

```
var A: array[0..N-1] of integer;
var i: integer;
for i:=0 to N-1 do
    A[i] := i + 1;
for i:=0 to N-1 do
    write( A[i], " " );
```



Нумерация элементов
с любого значения!

Задачи

- «А»: а) Заполните все элементы массива значением X , введённым с клавиатуры.
- б) Заполните массив первыми N натуральными числами, начиная с X (значение X введите с клавиатуры).
- «В»: а) Заполните массив натуральными числами в обратном порядке, начиная со значения X , введённого с клавиатуры. Последний элемент должен быть равен X , предпоследний равен $X-1$ и т. д.
- б) Заполните массив степенями числа 2 (от 2^1 до 2^N), так чтобы элемент с индексом i был равен 2^i .

Задачи

- «С»: а) Заполните массив степенями числа 2, начиная с конца, так чтобы последний элемент массива был равен 1, а каждый предыдущий был в 2 раза больше следующего.
- б) С клавиатуры вводится целое число X . Заполните массив, состоящий из нечётного числа элементов, целыми числами, так чтобы средний элемент массива был равен X , слева от него элементы стояли по возрастанию, а справа – по убыванию. Соседние элементы отличаются на единицу. Например, при $X = 3$ массив из 5 элементов заполняется так: 1 2 3 2 1.

Задачи-2

«А»: Напишите программу, которая заполняет массив из $N = 8$ элементов случайными числами в диапазоне $[0, 10]$, выводит его на экран, а затем выводит на экран квадраты всех элементов массива.

Пример:

Массив: 5 6 2 3 1 4 8 7

Квадраты: 25 36 4 9 1 16 64 49

«В»: Напишите программу, которая заполняет массив из $N = 10$ случайными числами в диапазоне $[100, 300]$ и выводит его на экран. После этого на экран выводятся средние цифры (число десятков) всех чисел, записанных в массив.

Пример:

Массив: 142 324 135 257 167 295 126 223 138 270

Число десятков: 4 2 3 5 6 9 2 2 3 7

Задачи-2

«С»: Напишите программу, которая заполняет массив из $N = 10$ случайными числами в диапазоне $[100, 500]$ и выводит его на экран. После этого на экран выводятся суммы цифр всех чисел, записанных в массив.

Пример:

Массив: 162 425 340 128 278 195 326 414 312 177

Суммы цифр: 9 11 7 11 17 15 11 9 6 15

Программирование (C++)

§ 22. Алгоритмы обработки массивов

Сумма элементов массива

Задача. Найти сумму элементов массива.

```
const int N = 10;  
int A[N] = {}; // все нули
```



Какие переменные нужны?


```
int sum = 0;  
for(int i=0; i<N; i++)  
    sum += A[i];  
cout << sum;
```

5	2	8	3	1
---	---	---	---	---

i	sum
	0
1	5
2	7
3	15
4	18
5	19

Сумма не всех элементов массива

Задача. Найти сумму чётных элементов массива.

 Что делаем с нечётными?

```
int sum = 0;
for(int i=0; i<N; i++)
    if( A[i] % 2 == 0 )
        sum += A[i];
cout << sum;
```

Задачи

- «А»: Напишите программу, которая заполняет массив из 10 элементов случайными числами на отрезке $[-5; 5]$ и находит сумму ненулевых элементов.
- «В»: Напишите программу, которая заполняет массив из 10 элементов случайными числами на отрезке $[-2; 2]$ и находит произведение ненулевых элементов.
- «С»: Напишите программу, которая заполняет массив из 20 элементов случайными числами на отрезке $[100; 1000]$ и находит отдельно сумму элементов в первой и во второй половинах массива.

Подсчёт элементов по условию

Задача. Найти количество чётных элементов массива.

? Какие переменные нужны?

```
int count = 0;  
for(int i=0; i<N; i++)  
    if( A[i] % 2 == 0 )  
        count++;  
cout << count;
```


переменная-
счётчик

? Что тут делаем?

Среднее арифметическое

Задача. Найти среднее арифметическое элементов массива, которые больше 180 (рост в см).

```
int sum = 0;  
for (int i=0; i<N; i++)  
    if ( A[i] > 180 )  
        sum += A[i];  
cout << sum / N;
```



Что плохо?

- нужно считать подходящие элементы
- результат может не быть целым числом

Среднее арифметическое

Задача. Найти среднее арифметическое элементов массива, которые больше 180 (рост в см).

? Какие переменные нужны?

```
int sum = 0, count = 0;
for( int i=0; i<N; i++ )
    if( A[i]>180 ) {
        count++;
        sum += A[i];
    }
cout << float(sum)/count;
```

? Что тут делаем?

или `float sum = 0;`

Задачи

- «А»: Напишите программу, которая заполняет массив из 20 элементов случайными числами на отрезке [0; 200] и считает число элементов, которые делятся на 10.
- «В»: Напишите программу, которая заполняет массив из 20 элементов случайными числами на отрезке [0; 200] и считает число двузначных чисел в массиве.
- «С»: Напишите программу, которая заполняет массив из 20 элементов случайными числами на отрезке [10; 100] и считает число пар соседних элементов, сумма которых делится на 3.

Обработка потока данных

Задача. С клавиатуры вводятся числа, ввод завершается числом 0. Определить, сколько было введено положительных чисел.

- 1) нужен счётчик
- 2) счётчик увеличивается
- 3) нужен цикл
- 4) это цикл с условием (число шагов неизвестно)

?

Когда увеличивать счётчик?

?

Какой цикл?

```
счётчик = 0 ;
```

```
пока не введён 0 :
```

```
    если введено число > 0 то
```

```
        счётчик = счётчик + 1
```

Обработка потока данных

```
int x, count = 0;
```

```
cin >> x;
```

откуда взять x?

```
while( x != 0 ) {
```

```
    if( x > 0 )
```

```
        count++;
```

```
    cin >> x;
```

```
}
```

```
cout << count;
```



Что плохо?

Найди ошибку!

```
int x, count = 0;  
cin >> x;  
while( x != 0 )  
    if( x > 0 )  
        count++;  
    cin >> x;  
cout << count;
```

Найди ошибку!

```
int x, count = 0;  
cin >> x;  
while( x != 0 ) {  
    if( x > 0 )  
        count++;  
    cin >> x;  
}  
cout << count;
```

Обработка потока данных

Задача. С клавиатуры вводятся числа, ввод завершается числом 0. Найти сумму введённых чисел, оканчивающихся на цифру "5".

- 1) нужна переменная для суммы
- 2) число добавляется к сумме, если оно заканчивается на "5"
- 3) нужен цикл с условием

сумма = 0;

пока не введён 0

если число оканчивается на "5" то

сумма += число



Как это записать?

```
if( x % 10 == 5 )
```

Обработка потока данных

Задача. С клавиатуры вводятся числа, ввод завершается числом 0. Найти сумму введённых чисел, оканчивающихся на цифру "5".

```
int x, sum = 0;
cin >> x;
while( x != 0 ) {
    if( x % 10 == 5 )
        sum += x;
    cin >> x;
}
cout << sum;
```



Чего не хватает?

Найди ошибку!

```
int x, sum = 0;  
cin >> x; = 0 ) {  
    if( x % 10 == 5 )  
        sum += x;  
    cin >> x;  
}  
cout << sum;
```

Задачи

- «А»: На вход программы поступает неизвестное количество целых чисел, ввод заканчивается нулём. Определить, сколько получено чисел, которые делятся на 3.
- «В»: На вход программы поступает неизвестное количество целых чисел, ввод заканчивается нулём. Определить, сколько получено двузначных чисел, которые заканчиваются на 3.

Задачи

- «C»: На вход программы поступает неизвестное количество целых чисел, ввод заканчивается нулём. Найти среднее арифметическое всех двузначных чисел, которые делятся на 7.
- «D»: На вход программы поступает неизвестное количество целых чисел, ввод заканчивается нулём. Найти максимальное из введённых чётных чисел.

Перестановка элементов массива



Как поменять местами значения двух переменных *a* и *b*?

вспомогательная
переменная

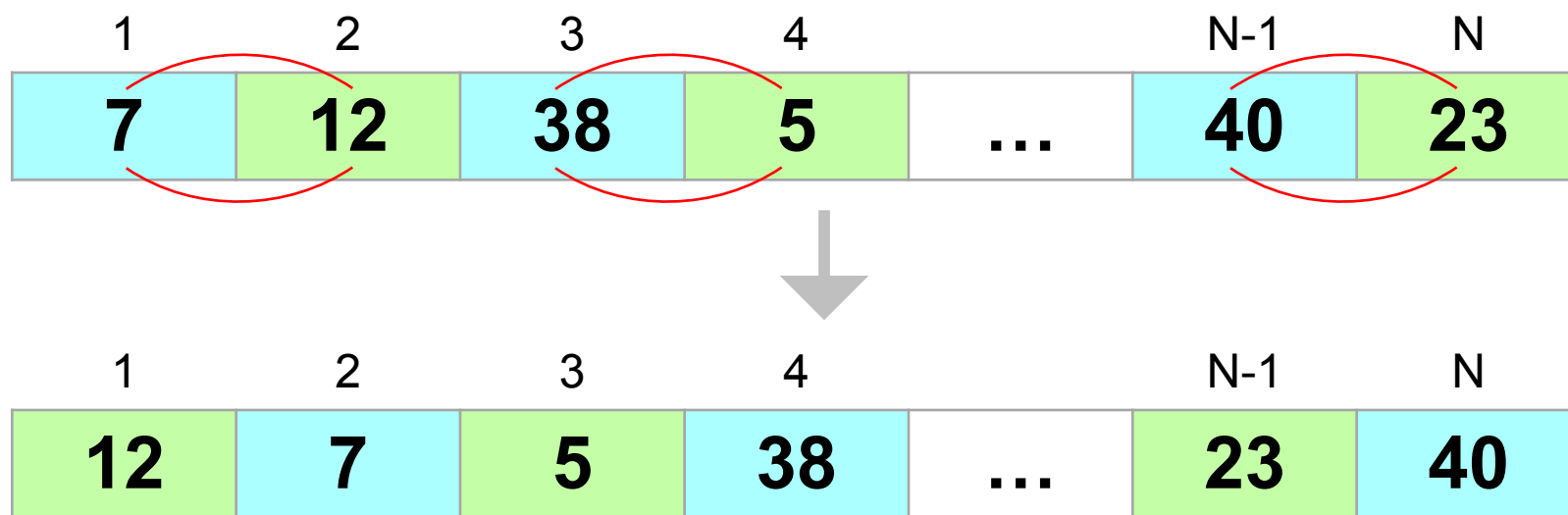
```
c = a;  
a = b;  
b = c;
```

элементы массива:

```
c = A[i];  
A[i] = A[k];  
A[k] = c;
```

Перестановка пар соседних элементов

Задача. Массив A содержит чётное количество элементов N . Нужно поменять местами пары соседних элементов: первый со вторым, третий — с четвёртым и т. д.



Перестановка пар соседних элементов

```
for (int i=0; i<N; i++) {  
    поменять местами A[i] и A[i+1]  
}
```

?

Что плохо?

0	1	2	3	4	5
7	12	38	5	40	23
12	7	38	5	40	23
12	38	7	5	40	
12	38	5	7	40	23
12	38	5	40	7	23
12	38	5	40	23	7

выход за границы
массива

?

Перестановка пар соседних элементов

не выходим за
границу

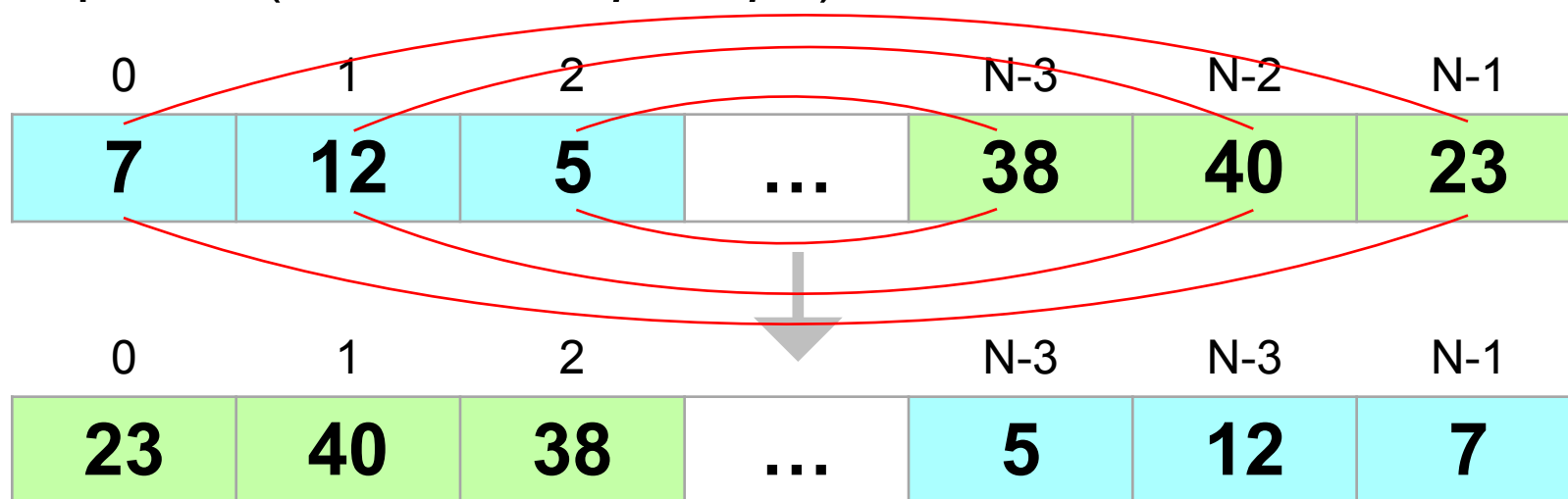
«шагаем» через
один

```
for( int i=0; i<N-1; i+=2 ) {  
    // переставляем A[i] и A[i+1]  
    int c = A[i];  
    A[i] = A[i+1];  
    A[i+1] = c;  
}
```

$A[0] \leftrightarrow A[1], A[2] \leftrightarrow A[3], \dots, A[N-2] \leftrightarrow A[N-1]$

Реверс массива

Задача. Переставить элементы массива в обратном порядке (выполнить *реверс*).



$$A[0] \leftrightarrow A[N-1]$$

$$0 + N - 1 = N - 1$$

$$A[1] \leftrightarrow A[N-2]$$

$$1 + N - 2 = N - 1$$

$$A[i] \leftrightarrow A[N-1-i]$$

$$i + ??? = N - 1$$

$$A[N-1] \leftrightarrow A[0]$$

$$N - 1 + 0 = N - 1$$

Реверс массива

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

? Что плохо?

1	2	3	4	
7	12	40	23	$i=0$
23	12	40	7	$i=1$
23	40	12	7	$i=2$
23	12	40	7	$i=3$
7	12	40	23	

? Как исправить?

Конец фильма

ПОЛЯКОВ Константин Юрьевич

д.т.н., учитель информатики

ГБОУ СОШ № 163, г. Санкт-Петербург

kpolyakov@mail.ru

ЕРЕМИН Евгений Александрович

к.ф.-м.н., доцент кафедры мультимедийной

дидактики и ИТО ПГГПУ, г. Пермь

eremin@pspu.ac.ru

Источники иллюстраций

1. иллюстрации художников издательства «Бином»
2. авторские материалы