

Программирование (АлгЯзык)

§ 17. Введение

§ 18. Линейные программы

§ 19. Ветвления

§ 20. Программирование
циклических алгоритмов

§ 21. Массивы

§ 22. Алгоритмы обработки
массивов

Программирование (АлгЯзык)

§ 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

название программы

алг **Куку**

нач | *начало программы*

| *тело программы*

кон | *конец программы*

комментарии после |
не обрабатываются



Что делает эта программа?

Вывод на экран

алг **Привет**

нач

вывод **'Привет!'**

кон

оператор
вывода

Оператор — это команда
языка программирования.

~~вывод **'Привет'**, Вася!~~



Что плохо?



вывод **'Привет, Вася!'**

вся строка в
апострофах

Переход на новую строку

вывод 'Привет, Вася!'

вывод 'Привет, Петя!'

ожидание:

Привет, Вася!

Привет, Петя!

реальность:

Привет, Вася!Привет, Петя!

решение:

вывод 'Привет, Вася!', **нс**

вывод 'Привет, Петя!'

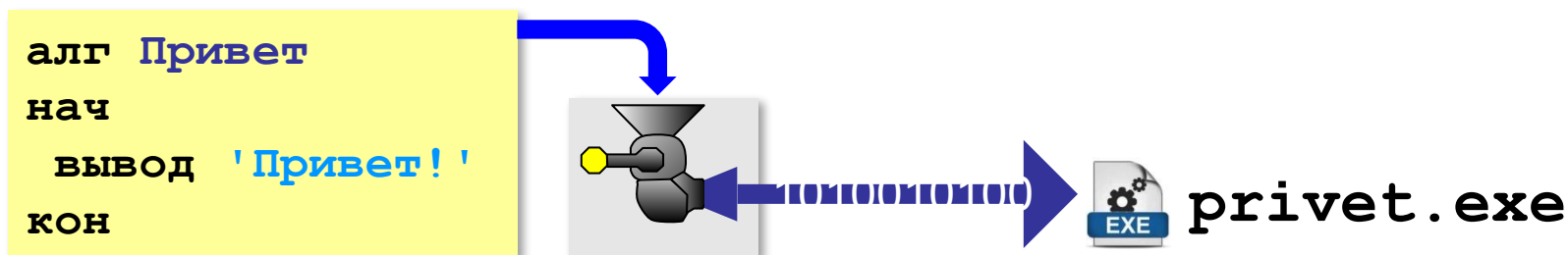
новая
строка

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**)



- **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
 зzzzz
```

Программирование (АлгЯзык)

§ 19. Линейные программы

Пример задачи

Задача. Ввести два числа и вычислить их сумму.

алг **Сумма**

нач

| ввести два числа

| вычислить их сумму

| вывести сумму на экран

кон



Выполнится?

Псевдокод – алгоритм на русском языке с элементами языка программирования.



Компьютер не может исполнить псевдокод!

Зачем нужны переменные?

алг **Сумма**

нач

| ввести два числа

| вычислить их сумму

| вывести сумму на экран

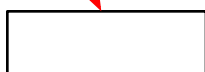
кон

Где запомнить?

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

цел **a**, **b**, **c**

объявление переменных



ячейки памяти

Имена переменных

Идентификатор — это имя программы или переменной.

цел a, b, c

заглавные и строчные
буквы **различаются**

МОЖНО использовать

- латинские буквы (A-Z, a-z), русские буквы (А-Я, а-я)
- 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

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

ВЫВОД a



В чём разница?

c := **14**
ВЫВОД c

14

c := **14**
ВЫВОД 'c'

c

Работа с переменными

Изменение значения

 $i := i + 1$

увеличить на 1

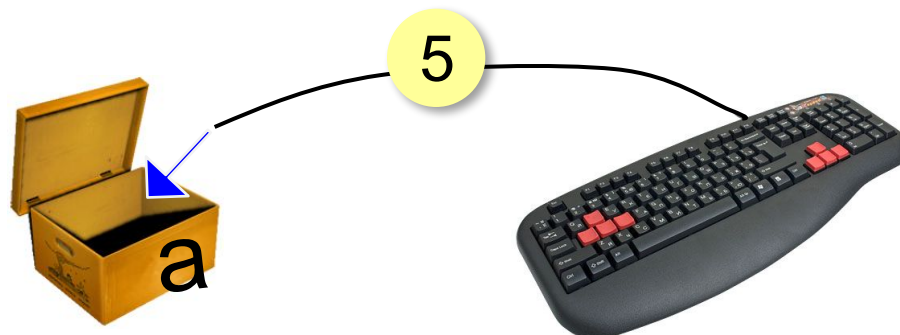
 $i \leftarrow i + 1$ $a := 4$ $b := 7$ $a := a + 1$ $b := b + 1$ $a := a + b$ $b := b + a$ $a := a + 2$ $b := b + a$

a	b
4	
	7
5	
	8
13	
	21
15	
	36

Ввод с клавиатуры

Цель – изменить исходные данные, не меняя программу.

ввод а

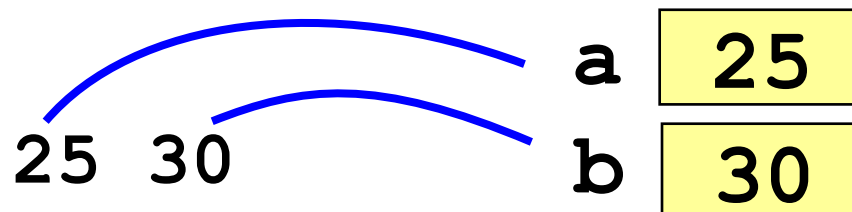


1. Программа ждет, пока пользователь введет значение и нажмет *Enter*.
2. Введенное значение записывается в переменную **а**.

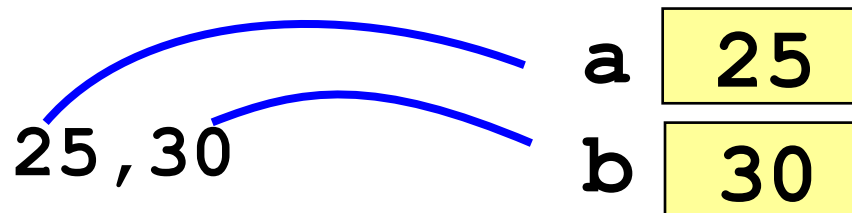
Ввод с клавиатуры

ввод a, b

через пробел:



через запятую:



Программа сложения чисел

алг **Сумма**

нач

цел a, b, c

ввод a, b | **ввести два числа**

$c := a + b$ | **вычислить их сумму**

вывод c | **вывести сумму на экран**

кон



Что плохо?

ожидание:

Введите два числа: 5 7

5+7=12

реальность:

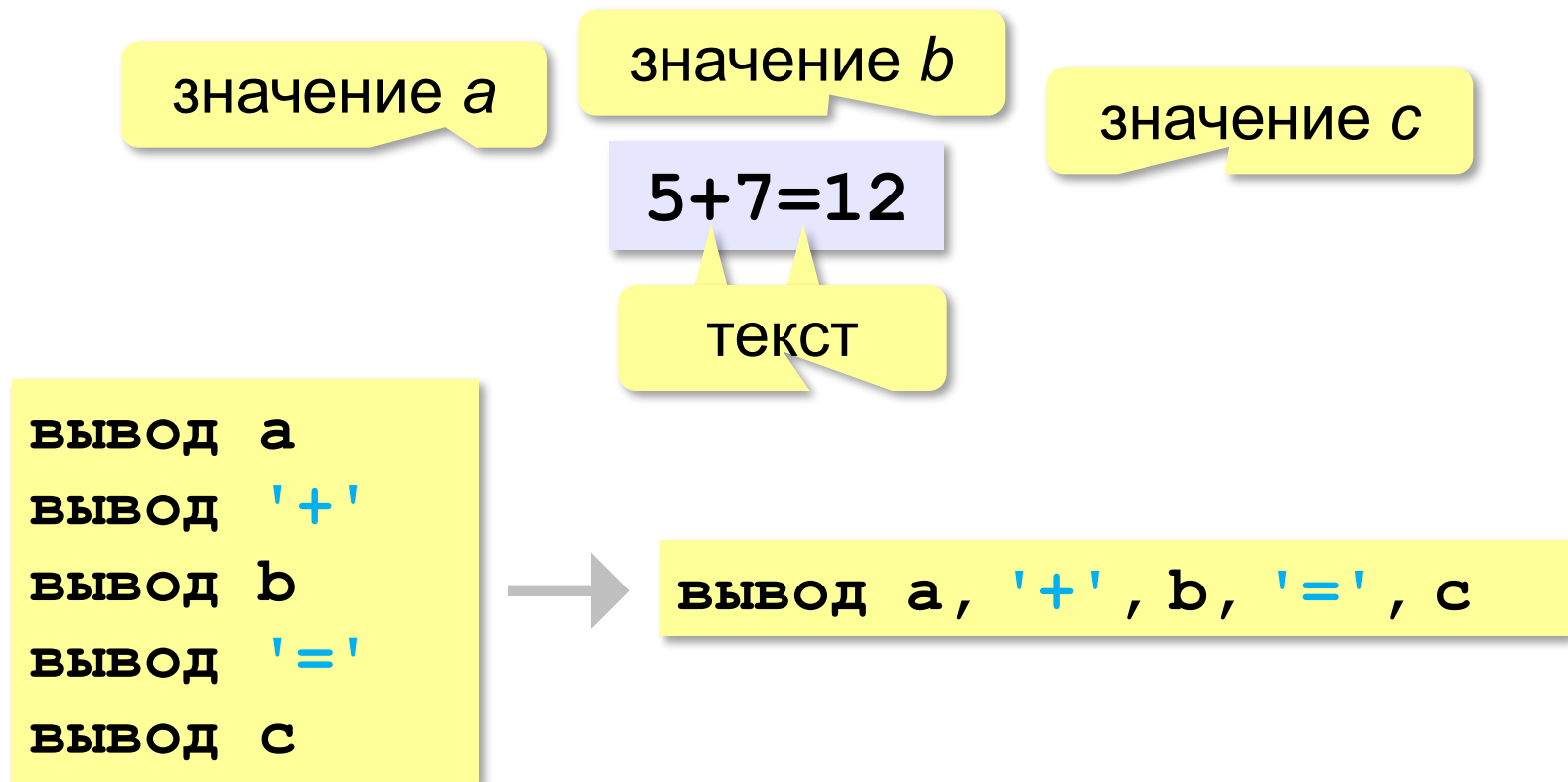
5 7

12



Как улучшить диалог?

Вывод данных с текстом



Программа сложения чисел

алг Сумма

нач

цел a, b, c

вывод 'Введите два числа: '

ввод a, b

$c := a + b$

вывод $a, '+', b, '=', c$

кон



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

** – возведение в степень ($x^2 \rightarrow \mathbf{x**2}$)

```
цел x, a, b  
ввод a, b  
x := a / b
```



Что плохо?

вещ x

Порядок выполнения операций

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

6 5 2 1 3 4

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

Частное и остаток

div – деление нацело (остаток отбрасывается)

mod – остаток от деления

175 сек = 2 мин 55 сек



Как получить 2 и 55?

```
цел t, m, s
```

```
t := 175
```

```
m := div(t, 60)
```

```
s := mod(t, 60)
```

Частное и остаток

 Что получится?

```
n := 123  
d := div(n, 10)  
k := mod(n, 10)
```

При делении на 10 нацело отбрасывается последняя цифра числа.

Остаток от деления на 10 – это последняя цифра числа.

Форматный вывод

цел a=1, b=2, c=3
вывод a, b, c

→ 123

вывод a, ' ', b, ' ', c

→ 1 2 3

вывод a, b:3, c:5

→ 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

вещ $x=12.34567891234$
ВЫВОД x

12.345679

ВЫВОД $x:10:3$

12.346

6
по умолчанию

всего на
число

в дробной
части

3

10

ВЫВОД $x:8:2$

12.34

ВЫВОД $x:2:2$

12.34

ВЫВОД $x:0:1$

12.3

МИНИМАЛЬНО
ВОЗМОЖНОЕ

Научный формат чисел

вещ **x=**123456789

вывод **x**



1.234568e+008

1,234568 · 10⁸

вещ **x=**0.0000123456789

вывод **x**



1.234568e-005

1,234568 · 10⁻⁵

Операции с вещественными числами

int – целая часть числа
(ближайшее целое **слева!**)

вещ $x=1.5$
вывод **int**(x)

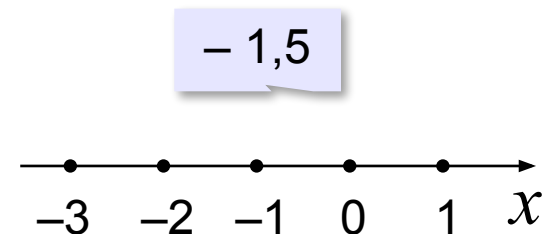


1

вещ $x=-1.5$
вывод **int**(x)



-2



sqrt – квадратный корень

вещ $x=2.25$
вывод **sqrt**(x)



1.5

Операции с вещественными числами

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

бесконечно много знаков



Большинство вещественных чисел хранятся в памяти компьютера с ошибкой!

вещ **x, y, z**

x := 1/2

y := 1/3

z := 5/6 | 5/6 = 1/2 + 1/3

вывод **x+y-z**



-1.110223e-016

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

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

защипливание

Датчик случайных чисел

Целые числа на отрезке:

цел K, L

$K := \text{irand}(1, 6)$ | отрезок $[1, 6]$

$L := \text{irand}(1, 6)$ | это уже другое число!

англ. *integer* – целый
random – случайный

Вещественные числа в полуинтервале:

цел x, y

$x := \text{rand}(0, 10)$ | полуинтервал $[0, 10)$

$y := \text{rand}(0, 10)$ | это уже другое число!

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

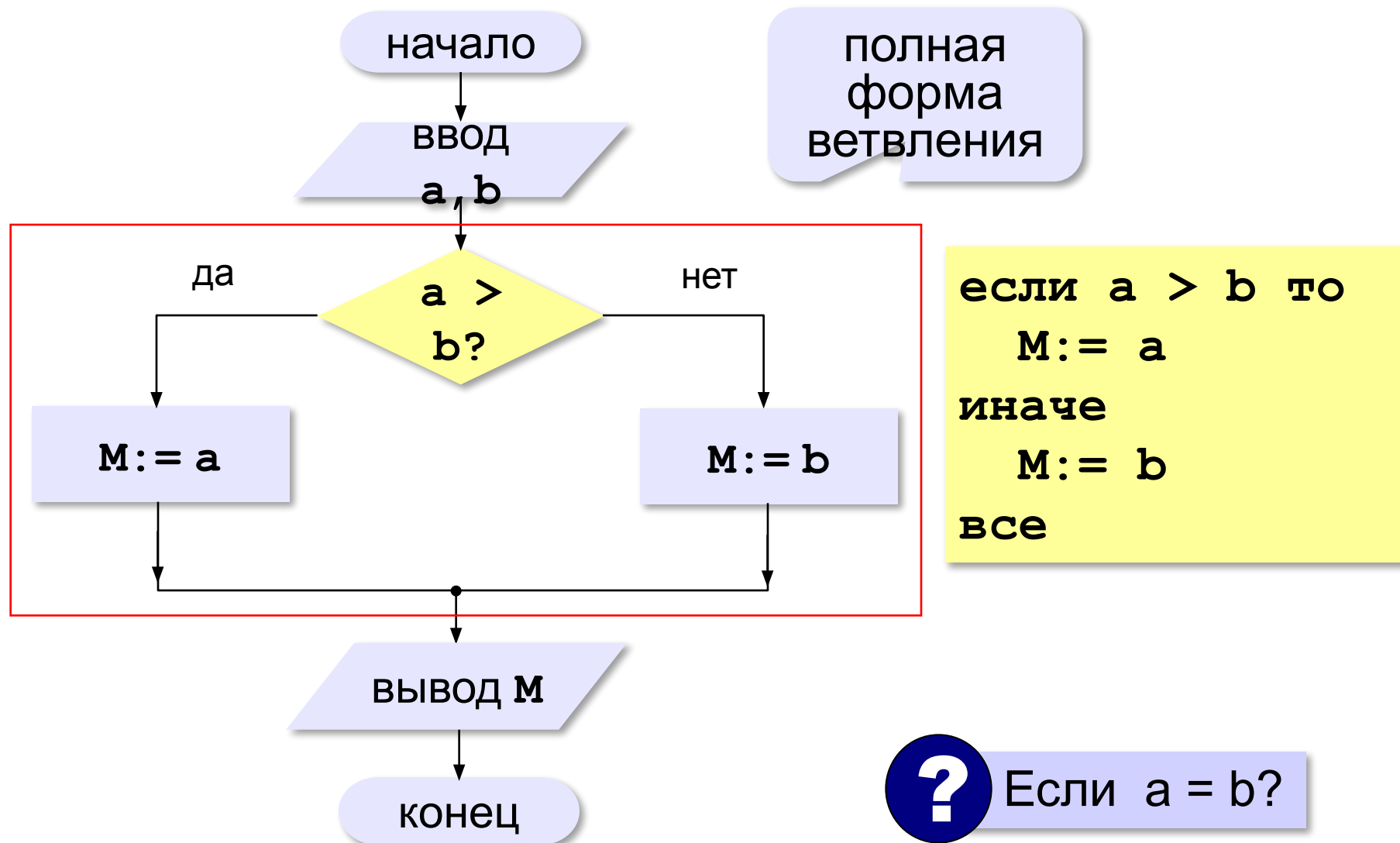
десятки: 2

единицы: 3

Программирование (АлгЯзык)

§ 19. Ветвления

Выбор наибольшего из двух чисел



Вариант 1. Программа

алг **Максимум**

нач

цел a, b, M

вывод '**Введите два целых числа**', **нс**

ввод a, b

если $a > b$ то

$M := a$

иначе

$M := b$

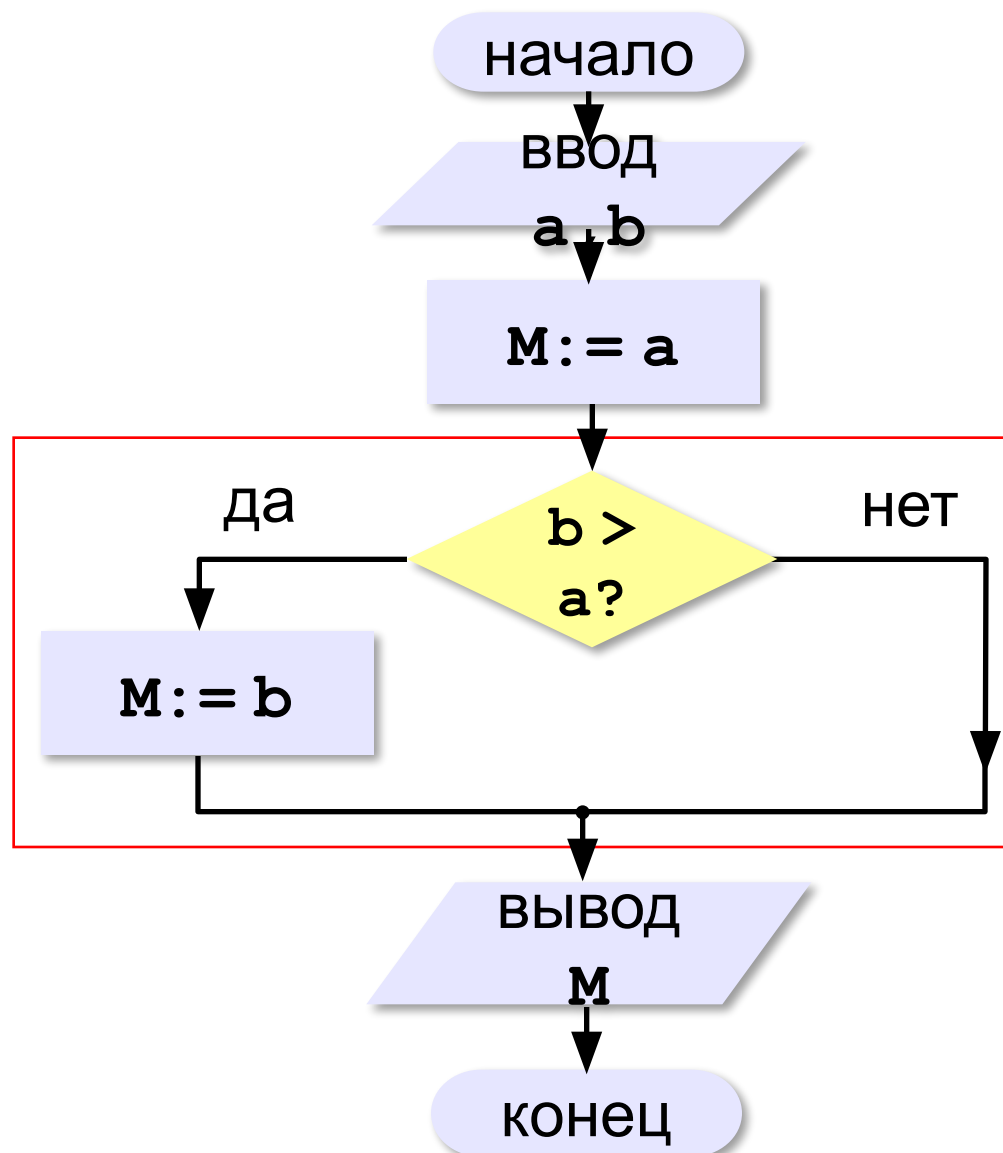
все

вывод '**Наибольшее число**', M

кон

полная форма
условного
оператора

Выбор наибольшего из двух чисел-2



неполная
форма
ветвления

Вариант 2. Программа

алг **Максимум 2**

нач

цел a, b, M

вывод **'Введите два целых числа'**, **нс**

ввод a, b

$M := a$

если $b > a$ то

$M := b$

все

вывод **'Наибольшее число'**, M

кон

неполная
форма
условного
оператора

Примеры

Поиск минимального:

```
если  $a < b$  то  
     $M := a$   
все  
если  $b < a$  то  
     $M := b$   
все
```



Что плохо?



Когда работает неверно?

```
если  $a < b$  то  
     $c := a$   
     $a := b$   
     $b := c$   
все
```



Что делает эта программа?

В других языках программирования

Паскаль:

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

C:

```
if (a < b) {
    c = a;
    a = b;
    b = c;
}
```

Python:

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

Вложенные условные операторы

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

? Сколько вариантов ответа?

```
если a = b то
    вывод 'Одного возраста'
иначе
    если a > b то
        вывод 'Андрей старше'
    иначе
        вывод 'Борис старше'
все
все
```

вложенный
условный
оператор

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

алг **Сотрудник**

нач

цел v

вывод 'Введите ваш возраст', нс

ввод v

если v >= 25 **то**

если v <= 40 **то**

вывод 'Подходит!'

иначе

вывод 'Не подходит.'

все

иначе

вывод 'Не подходит.'

все

кон

вложенный
условный
оператор

Хорошее решение (операция «И»)

алг Сотрудник

нач

цел v

вывод 'Введите ваш возраст', нс

ввод v

если $v \geq 25$ и $v \leq 40$ то

 вывод 'Подходит!'

иначе

 вывод 'Не подходит.'

все

кон

сложное
условие

Примеры

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

```
если 10 <= a и a <= 99 то  
    вывод 'Да'  
все
```

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

```
если 10 <= a и a <= 99 и mod(a, 7)=0 то  
    вывод 'Да'  
все
```

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

если $d = 1$ или $d = 4$ то

вывод 'Летает'

иначе

вывод 'Не летает'

все

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».

```
если  v < 25 или v > 40  то
    вывод 'Не подходит!'
иначе
    вывод 'Подходит.'
все
```

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

$v \geq 25$ **и** $v \leq 40$

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

$v \leq 25$ **или** $v \geq 40$

- **НЕ** – отрицание, обратное условие

не $(x > 25)$ \Leftrightarrow

$x \leq 25$

Порядок выполнения операций

- выражения в скобках
- <, <=, >, >=, =, <>
- НЕ
- И
- ИЛИ

4 1 6 2 5 3
если не a > 2 или c <> 5 и b < a то
...
все

Сложные условия

Истинно или ложно

не $(a > b)$

Да

$a < b$ **и** $b < c$

Да

$a > c$ **или** $b > c$

Нет

$a < b$ **и** $b > c$

Нет

$a > c$ **и** $b > d$

Нет

не $(a \geq b)$ **или** $c = d$

Да

$a \geq b$ **или** **не** $(c < b)$

Да

$a > c$ **или** $b > c$ **или** $b > a$

Да

a	2
b	3
c	4

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

лог b

...

b := да

b := нет

ТОЛЬКО ДВА
ВОЗМОЖНЫХ
ЗНАЧЕНИЯ

Пример:

лог выходной

...

выходной := (d=6 или d=7)

...

если не выходной то

 вывод 'Рабочий день.'

иначе

 вывод 'Выходной!'

все

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 вывода:

- 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**.

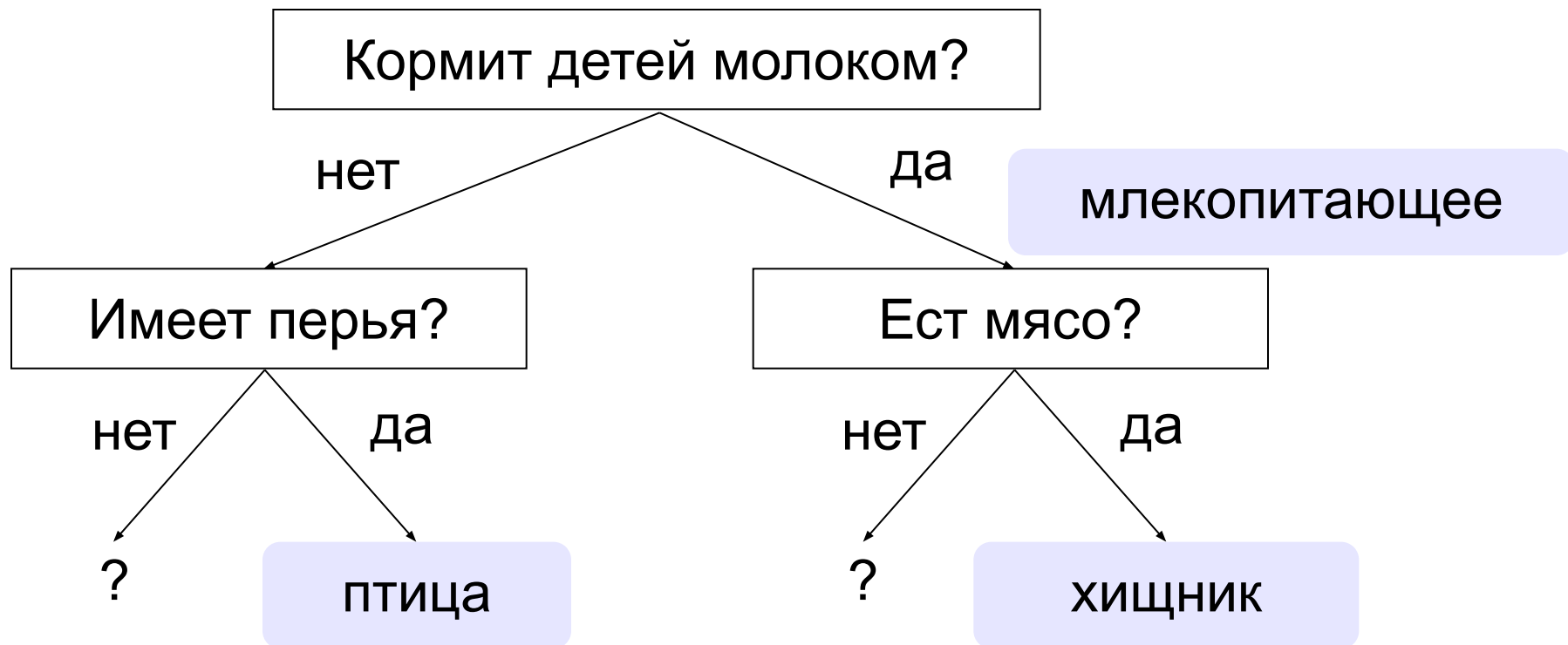
Диалог:

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.

лит ответ

вывод 'Кормит детей молоком? '

ввод ответ

если ответ = 'да' то

... | вариант 1

иначе

... | вариант 1

все

вывод 'Млекопитающее.', нс

вывод 'Ест мясо? '

ввод ответ

если ответ = 'да' то

вывод 'Хищник.', нс

иначе

вывод 'Не знаю.', нс

все

Заглавные и строчные буквы

```
лит ответ
```

```
...
```

```
если ответ = 'да' то
```

```
...
```

не работает
на 'Да'



Как исправить?

```
если ответ = 'да' или ответ = 'Да' то
```

```
...
```

Ещё лучше:

```
если нижний регистр (ответ) = 'да' то
```

```
...
```

преобразовать все
заглавные в строчные

```
если верхний регистр (ответ) = 'ДА' то
```

```
...
```

Программирование (АлгЯзык)

§ 20. 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

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

алг КвУр

нач

вещ $a, b, c, D, x1, x2$

вывод 'Введите a, b, c : '

ввод a, b, c

$D := b*b - 4*a*a$

$x1 := (-b + \text{sqrt}(D)) / 2*a$

$x2 := (-b - \text{sqrt}(D)) / 2*a$

вывод ' $x1=$ ', $x1$, ' $x2=$ ', $x2$

кон

Тестирование

Тест 1. $a = 1, b = 2, c = 1$.

Ожидание:

$x1 = -1.0 \quad x2 = -1.0$

Реальность:

$x1 = -1.0 \quad x2 = -1.0$



Тест 2. $a = 1, b = -5, c = 6$.

$x1 = 3.0 \quad x2 = 2.0$

$x1 = 4.791 \quad x2 = 0.209$



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.

```
ввод a, b, c
```

```
вывод a, ' ', b, ' ', c, нс
```

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

```
вывод 'D=', D, нс
```

```
...
```

Результат:

```
Введите a, b, c: 1 -5 6
```

```
1.0 -5.0 6.0
```

```
D=21.0
```

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

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



Одна ошибка найдена!

Отладка программы

Тест 1. $a = 1, b = 2, c = 1$.

Ожидание:

`x1=-1.0 x2=-1.0`

Реальность:

`x1=-1.0 x2=-1.0`



Тест 2. $a = 1, b = -5, c = 6$.

`x1=3.0 x2=2.0`

`x1=3.0 x2=2.0`



Программа работает верно?

Тест 3. $a = 8, b = -6, c = 1$.

`x1=0.5 x2=0.25`

`x1=32.0 x2=16.0`



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

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



Что неверно?

Задачи

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

цел N, d1, d2, s

ввод 'N = ' ; **вывод** N

d0 := mod(N, 10)

d1 := mod(N, 100)

d2 := div(N, 100)

d0 + d2 := s

вывод 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:

цел a, b, c, M

ввод ' $a =$ '; **ввод** a

вывод ' $b =$ '; **вывод** b

ввод ' $c =$ '; **ввод** c

если $a > b$ **то** $M := a$

иначе $M := b$

если $c > b$ **то** $M := b$

иначе $M := c$

вывод M

Выполните отладку программы:

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

Программирование (АлгЯзык)

§ 20. Программирование циклических алгоритмов

Зачем нужен цикл?

Задача. Вывести 5 раз «Привет!».

```
вывод 'Привет' , нс  
вывод 'Привет' , нс  
вывод 'Привет' , нс  
вывод 'Привет' , нс  
вывод 'Привет' , нс
```



А если 5000?

Цикл «N раз»:

```
нц 5 раз  
    вывод 'Привет' , нс  
кц
```

Как работает цикл?

! Нужно запоминать, сколько раз цикл уже выполнен!

переменная-счётчик

```
счётчик := 0
нц пока счётчик < 5
  вывод 'Привет', нс
  счётчик := счётчик + 1
кц
```

ещё не делали

сделали ещё раз

Как работает цикл?

Идея: запоминать, сколько шагов осталось.

```
счётчик := 5
```

```
нц пока счётчик > 0
```

```
    вывод 'Привет', нс
```

```
    счётчик := счётчик - 1
```

```
кц
```

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**

нц пока *условие*

...

кц

тело цикла



Если условие никогда не станет ложно?

нц пока *да*

...

кц

бесконечный цикл
(зацикливание)

Сумма цифр числа

Задача. Вычислить сумму цифр введённого числа.

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

Выделить последнюю цифру числа в переменной N :

$$d := \text{mod}(N, 10) \quad 123 \rightarrow 3$$

Отбросить последнюю цифру числа в переменной N :

$$N := \text{div}(N, 10) \quad 123 \rightarrow 12$$

Добавить к переменной sum значение переменной d :

$$sum := sum + d \quad \begin{aligned} sum = 6 &\rightarrow 6 + 4 = 10 \\ d &= 4 \end{aligned}$$

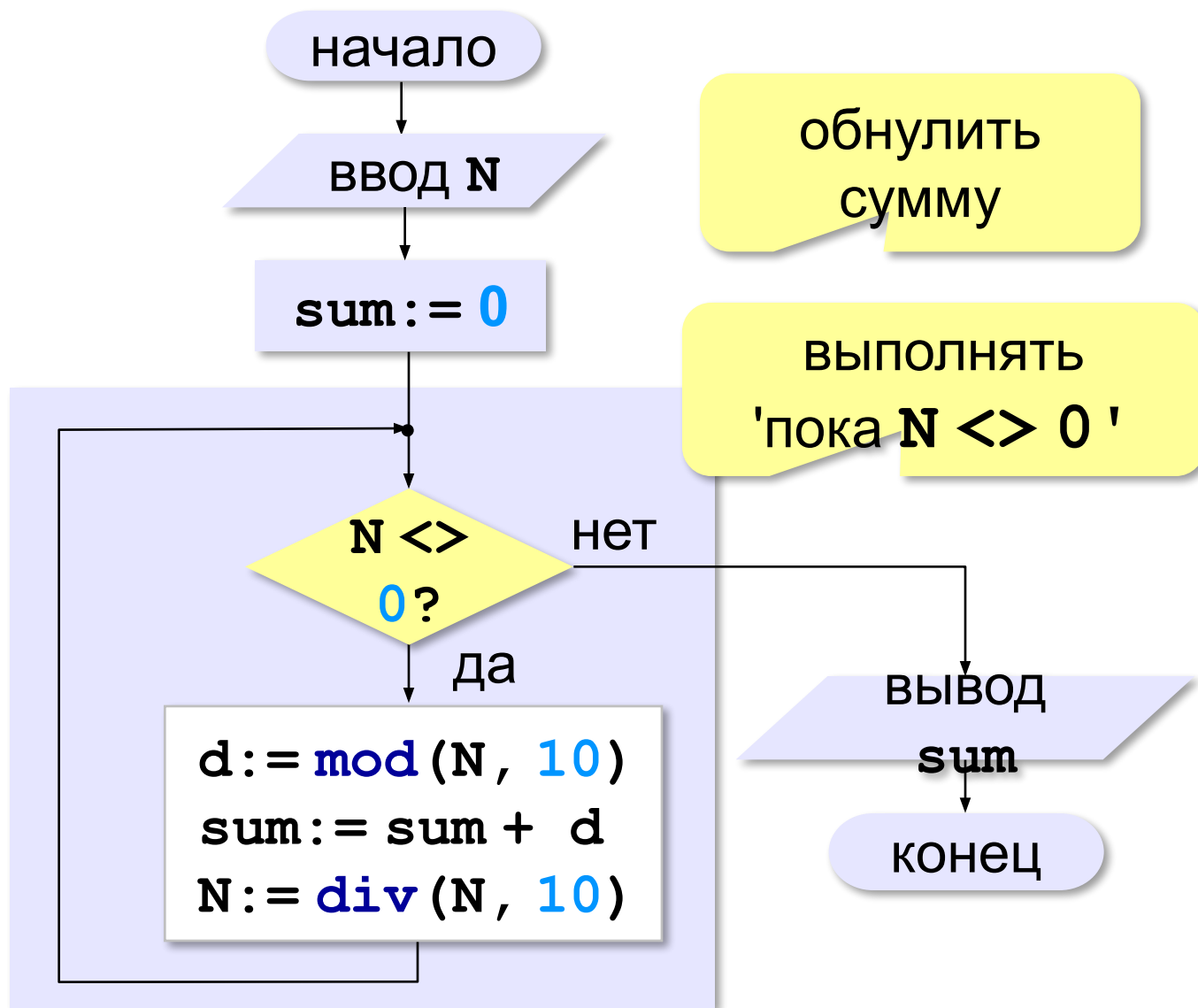
Сумма цифр числа

- выделяем последнюю цифру числа (**mod**)
- увеличиваем сумму на значение цифры (**sum:=sum+d**)
- отсекаем последнюю цифру числа (**div**)

N	d	sum
123		0

начальные значения

Сумма цифр числа



Сумма цифр числа

алг Сумма цифр

нач

цел N, d, sum, N1

Вывод 'Введите целое число', НС

Ввод N; N1 := N

sum := 0

нц пока N <> 0

d := mod(N, 10)

sum := sum + d

N := div(N, 10)

кц

Вывод 'Сумма цифр числа', N1, ' равна', sum

кон



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.

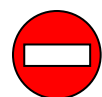
$$\begin{aligned}\text{НОД}(a, b) &= \text{НОД}(a - b, b) \\ &= \text{НОД}(a, b - a)\end{aligned}$$



Евклид
(365-300 до. н. э.)

Пример:

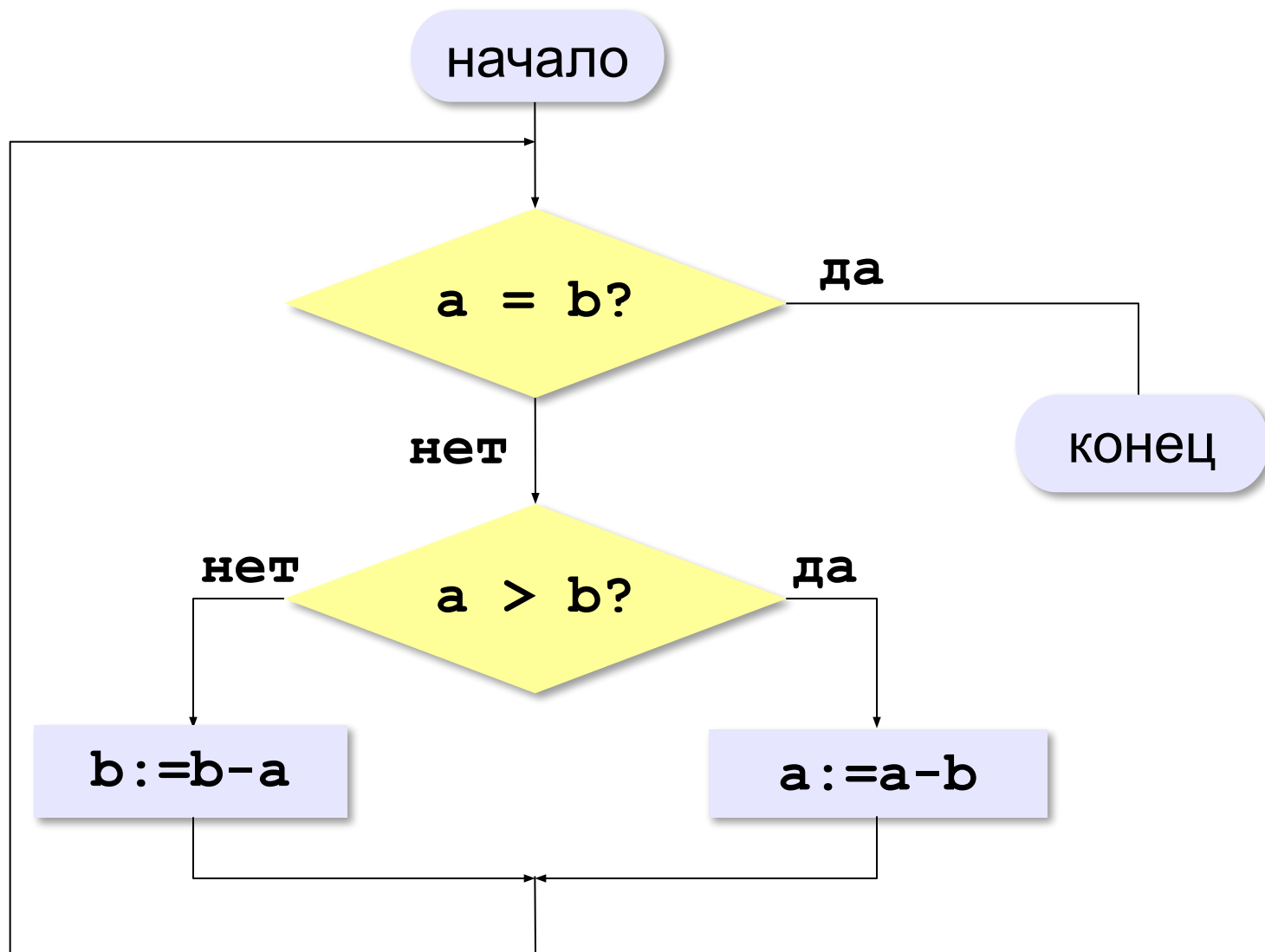
$$\begin{aligned}\text{НОД}(14, 21) &= \text{НОД}(14, 21 - 14) = \text{НОД}(14, 7) \\ &= \text{НОД}(7, 7) = 7\end{aligned}$$



много шагов при большой разнице чисел:

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

Алгоритм Евклида



Алгоритм Евклида

```
нц пока  $a \neq b$   
  если  $a > b$   
    то  $a := a - b$   
  иначе  $b := b - a$   
все  
кц
```

- ? 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.

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

Пример:

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

Модифицированный алгоритм

```
нц пока  $a \neq 0$  и  $b \neq 0$   
  если  $a > b$  то  
     $a := \text{mod}(a, b)$   
  иначе  
     $b := \text{mod}(b, a)$   
все  
кц
```

? Где будет НОД? Как его вывести?

```
если  $a \neq 0$   
  вывод  $a$   
иначе  
  вывод  $b$   
все
```



вывод $a+b$

В других языках программирования

Паскаль:

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

C:

```
while (a!=0 && b!=0)  
{  
  if (a > b)  
    a = a % b;  
  else  
    b = b % a;  
}
```

Python:

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

```
нц пока  $x \neq 0$   
  |  добавить  $x$  к сумме  
  |   $x :=$  следующее число  
кц
```



Откуда возьмётся x в первый раз?

Обработка потока данных

```
цел x, sum
sum := 0
ввод x | ввести первое число
нц пока x <> 0
    sum := sum + x
    ввод x | ввести следующее
кц
вывод '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

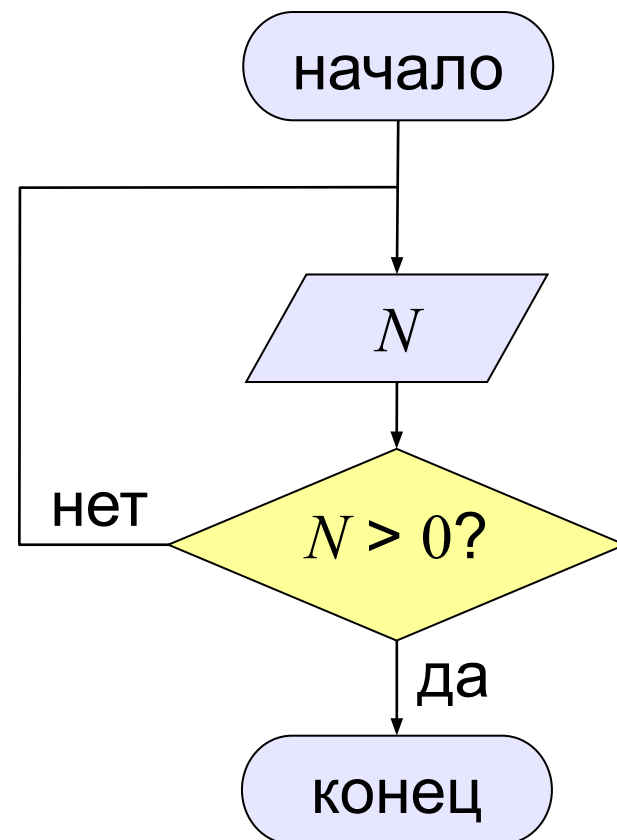
нц

вывод 'Введите N>0: '

ввод N

кц при N > 0

условие **окончания**
работы цикла



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

нц пока k <= 10

вывод N, нс

N := N * 2

k := k + 1

кц



Работа с k в трёх местах!

Идея: собрать всё вместе.

N := 2

нц для k от 1 до 10

вывод N, нс

N := N * 2

кц

увеличение на 1
по умолчанию

Цикл по переменной

Задача. Найти сумму чисел от 1 до 1000.

```
цел sum, i
sum := 0
нц для i от 1 до 1000
    sum := sum + i
кц
```

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

```
нц для k от 10 до 1 шаг -1
    вывод k*k, нс
кц
```

любое целое

Цикл по переменной

Задача. Найти сумму чётных чисел от 2 до 1000.

```
sum := 0
нц для i от 1 до 1000
  если mod(i, 2) = 0 то
    sum := sum + i
  все
кц
```



Что плохо?

↓

```
sum := 0
нц для i от 2 до 1000 шаг 2
  sum := sum + i
кц
```

В других языках программирования

Паскаль:

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

шаг только 1 или
-1 (downto)

C:

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

i=i+1;

sum=sum+i;

Python:

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

диапазон [1;1001)

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 (АлгЯзык)

§ 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!

минимальный
индекс

целтаб A[1:5]

вещтаб V[0:5]

логтаб L[-5:5]

симтаб S[65:90]

максимальный
индекс

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

цел N = 10

целтаб A[1:N]

размер через
константу



Зачем?

Что неправильно?

```
целтаб А [1:1  
           0]
```

...

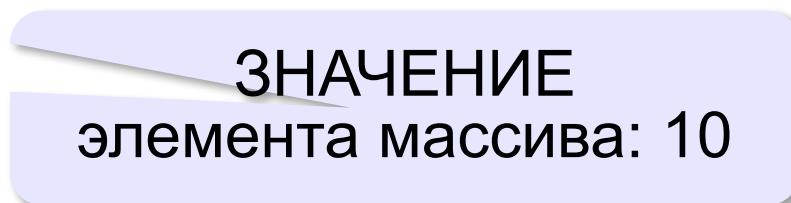
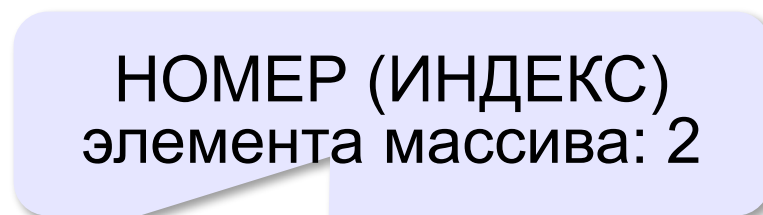
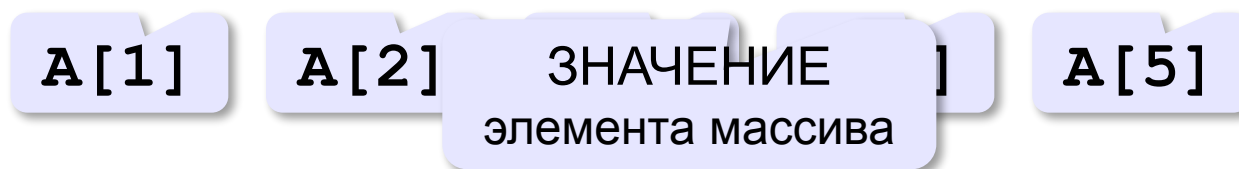
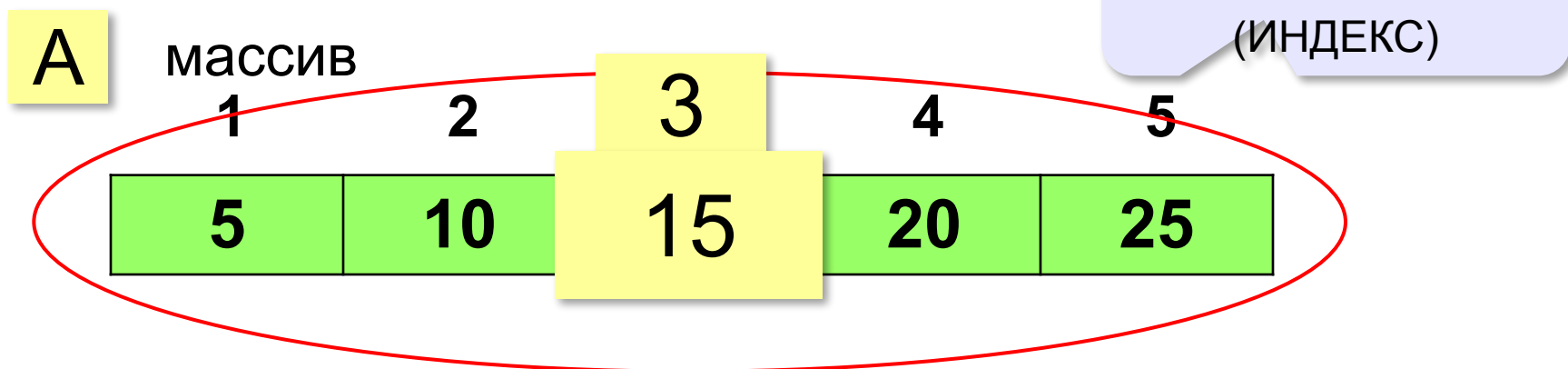
```
А[5] := 4.5;
```

```
целтаб А[1:10]
```

...

```
А[15] := 'а'
```

Обращение к элементу массива



Обращение к элементу массива

1	2	3	4	5
23	12	7	43	51

```
цел i  
i := 2  
A[3] := A[i] + 2*A[i-1] + A[2*i]  
вывод A[3]+A[5]
```



Что получится?

```
A[3] := A[2] + 2*A[1] + A[4]  
вывод A[3]+A[5]
```

101
152

Что неверно?

```
целтаб А[1:5]  
цел х  
...  
х:=2  
вывод А[х-3]  
А[х+4] := А[х-1] + А[2*х]
```



Что плохо?



```
вывод А[х1]  
А[х] := А[1] + А[4]
```

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

Перебор элементов массива

цел $N = 10$

целтаб $A[1:N]$

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

нц для i от 1 до N
 | здесь работаем с $A[i]$
кц

Заполнение массива

```
нц для  $i$  от 1 до  $N$   
   $A[i] := i$   
кц
```



Что произойдёт?

В развёрнутом виде

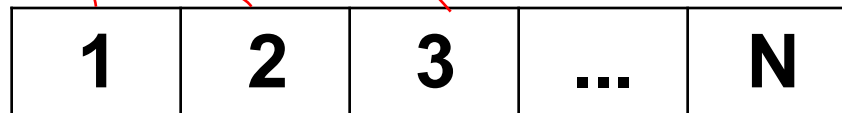
$A[1] := 1$

$A[2] := 2$

$A[3] := 3$

...

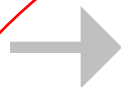
$A[N] := N$



Заполнение массива в обратном порядке

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

```
A[1] := N  
A[2] := N-1  
A[3] := N-2  
...  
A[N] := 1
```



```
X := N  
нц для i от 1 до N  
  A[i] := X  
  X := X - 1  
кц
```



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

+1

-1

нц для i от 1 до N
 $A[i] := N + 1 - i$
 кц

! Сумма i и X не меняется!

$$i + X = N + 1$$

$$X = N + 1 - i$$

Вывод массива на экран

```
нц для i от 1 до N  
  вывод A[i] , ' '  
кц
```

или так:

```
нц для i от 1 до N  
  вывод A[i] , нс  
кц
```

или так:

```
вывод '['  
нц для i от 1 до N  
  вывод A[i] , ', '  
кц  
вывод ']'
```



Что плохо?

интервал между значениями

в столбик



Как убрать?

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

Ввод с клавиатуры

```
нц для i от 1 до N  
    вывод A[i]  
кц
```



Что плохо?

С подсказкой для ввода:

```
нц для i от 1 до N  
    вывод 'A[' , i , ']= '  
    ввод A[i]  
кц
```

A[1] = 5

A[2] = 12

A[3] = 34

A[4] = 56

A[5] = 13

В других языках программирования

Паскаль:

```
const N = 10;  
var i: integer;  
    A: array[1..N] of integer;  
begin  
    for i:=1 to N do  
        A[i] := i;  
    for i:=1 to N do  
        write(A[i], ' ');  
end.
```

В других языках программирования

Python:

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



Нумерация элементов
всегда с нуля!

C++:

```
int A[N], i;
for (i = 0; i < N; i++)
    A[i] = i + 1;
for (i = 0; i < N; i++)
    cout << A[i] << " ";
```

Задачи

- «А»: а) Заполните все элементы массива из 10 элементов значением X , введённым с клавиатуры.
- б) Заполните массив из 10 элементов последовательными натуральными числами, начиная с X (значение X введите с клавиатуры).
- «В»: а) Заполните массив из 10 элементов натуральными числами в порядке убывания. Значение X вводится с клавиатуры. Последний элемент должен быть равен X , предпоследний равен $X+1$ и т.д.
- б) Заполните массив из 10 элементов степенями числа 2 (от 2^1 до 2^N), так чтобы первый элемент был равен 2, второй – 4, третий – 8 и т.д.

Задачи

- «С»: а) Заполните массив из 10 элементов 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 из 11 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.

Заполнение случайными числами

```
нц для i от 1 до N  
  A[i] := irand(20, 100)  
  вывод A[i], ' '  
кц
```

сразу вывод на
экран

Задачи-2

«А»: Напишите программу, которая заполняет массив из 10 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 10 элементов 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: 142 224 135 257 167 295 126 223 138 270

Число десятков: 4 2 3 5 6 9 2 2 3 7

Задачи-2

«С»: Напишите программу, которая заполняет массив из 10 элементов 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 (АлгЯзык)

§ 22. Алгоритмы обработки массивов

Сумма элементов массива

Задача. Найти сумму элементов массива.

цел $N = 10$

целтаб $A[1:N]$

? Какие переменные нужны?

$sum := 0$

нц для i от 1 до N

$sum := sum + A[i]$

кц

вывод 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?

```
sum := 0
```

```
нц для i от 1 до N
```

```
    если  $\text{mod}(A[i], 2) = 0$  то
```

```
        sum := sum + A[i]
```

```
    все
```

```
кц
```

```
вывод sum
```

Задачи

- «А»: Напишите программу, которая заполняет массив из 10 элементов случайными числами на отрезке $[-5; 5]$ и находит сумму положительных 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?

цел count

count := 0

нц для i от 1 до N

если $\text{mod}(A[i], 2) = 0$ то

count := count + 1

все

кц

вывод count


переменная-
счётчик

? Что тут делаем?

Среднее арифметическое

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

```
sum := 0
нц для i от 1 до N
    если A[i] > 180 то
        sum := sum + A[i]
    все
кц
вывод sum
```



Что плохо?

Среднее арифметическое

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

? Какие переменные нужны?

```
sum := 0
count := 0
нц для i от 1 до N
    если A[i] > 180 то
        count := count + 1
        sum := sum + A[i]
    все
кц
вывод sum/count
```

? Что тут делаем?

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

```
цел x, count
```

```
count := 0
```

```
ввод x
```

```
нц пока x <> 0
```

откуда взять x?

```
    если x > 0 то
```

```
        count := count + 1
```

```
    все
```

```
    ввод x
```

? Что плохо?

```
кц
```

```
вывод count
```

Найди ошибку!

```
цел x, count
count := 0
ввод x
нц пока x <> 0
    если x > 0 то
        count := count + 1
    все
кц ввод x
вывод count
```

Найди ошибку!

цел **x**, count

count := **0**

нц пока **x** = **0**

если **x** ><> то

count := count + **1**

все

ввод **x**

кц

вывод 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 := сумма + число



Как это записать?

если $\text{mod}(x, 10) = 5$ то

Обработка потока данных

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

```
цел x, sum
```

```
sum := 0
```

```
ввод x
```

```
нц пока x <> 0
```

```
    если mod(x, 10) = 5 то
```

```
        sum := sum + x
```

```
    все
```

```
    ввод x
```

```
кц
```

```
вывод sum
```



Чего не хватает?

Найди ошибку!

```
цел x, sum
```

```
sum := 0
```

```
ввод x а x <> 0
```

```
если mod(x, 10) = 5 то
```

```
    sum := sum + x
```

```
все
```

```
ввод x
```

```
кц
```

```
вывод 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

- «С»: 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

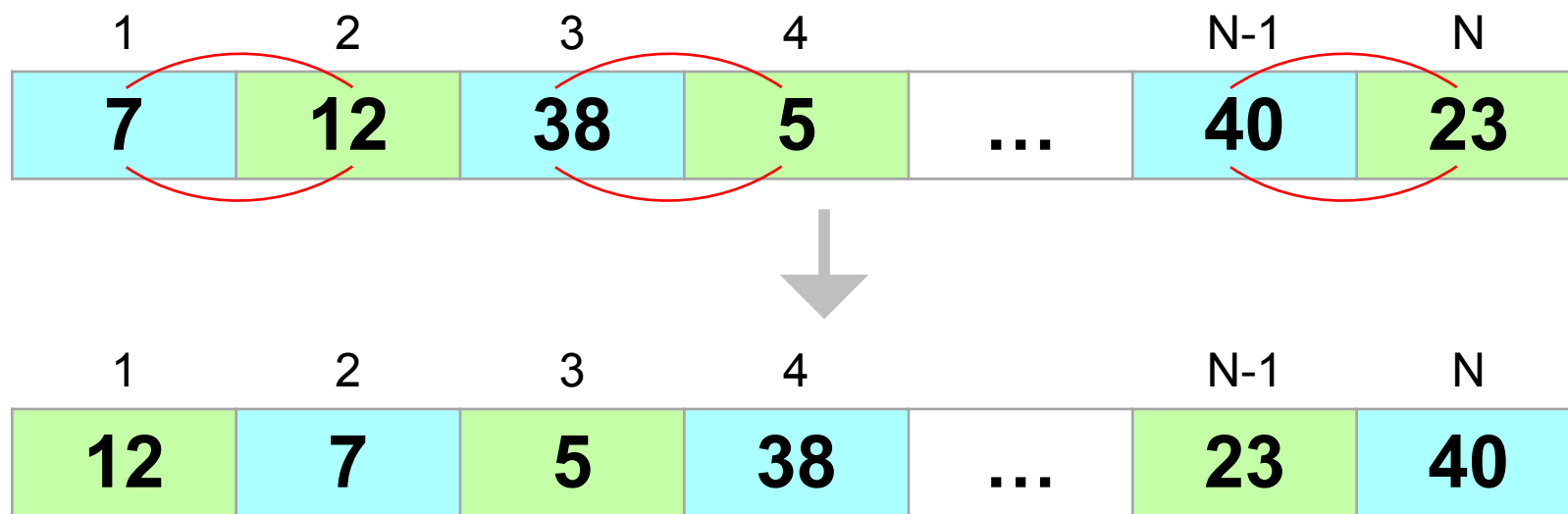
```
c := a  
a := b  
b := c
```

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

нц для i от 1 до N

поменять местами $A[i]$ и $A[i+1]$

кц



Что плохо?

1	2	3	4	5	6
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

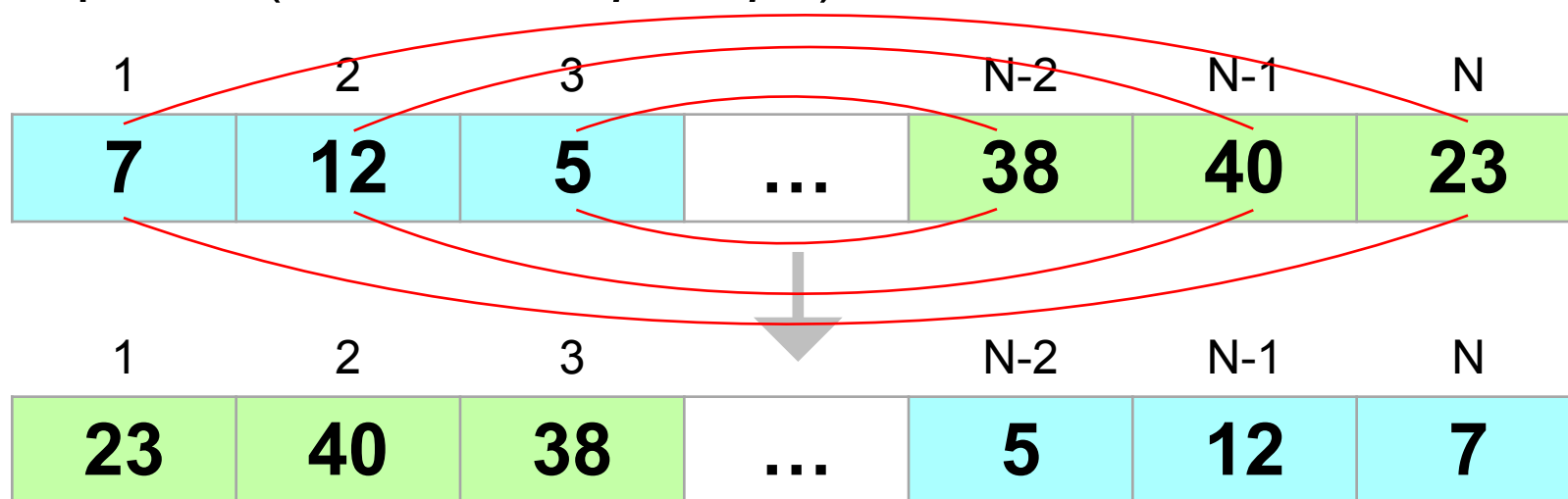
не трогаем те, что
уже переставлены

```
нц для i от 1 до N-1 шаг 2
  | переставляем A[i] и A[i+1]
  c := A[i]
  A[i] := A[i+1]
  A[i+1] := c
кц
```

$A[1] \leftrightarrow A[2], A[3] \leftrightarrow A[4], \dots, A[N-1] \leftrightarrow A[N]$

Реверс массива

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



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

$$1+N = N+1$$

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

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

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

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

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

$$N+1 = N+1$$

Реверс массива

нц для i от 1 до $\text{div}(N, 2)$

поменять местами $A[i]$ и $A[N+1-i]$

кц

?

Что плохо?

1	2	3	4
7	12	40	23
23	12	40	7
23	40	12	7
23	12	40	7
7	12	40	23

$i=1$

$i=2$

$i=3$

$i=4$

?

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