Управляващи оператори в C++

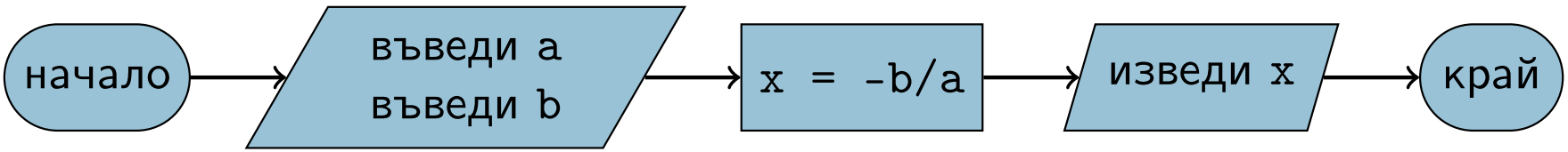
Трифон Трифонов

Увод в програмирането,
спец. Компютърни науки, 1 поток, 2018/19 г.

18–30 октомври 2018 г.

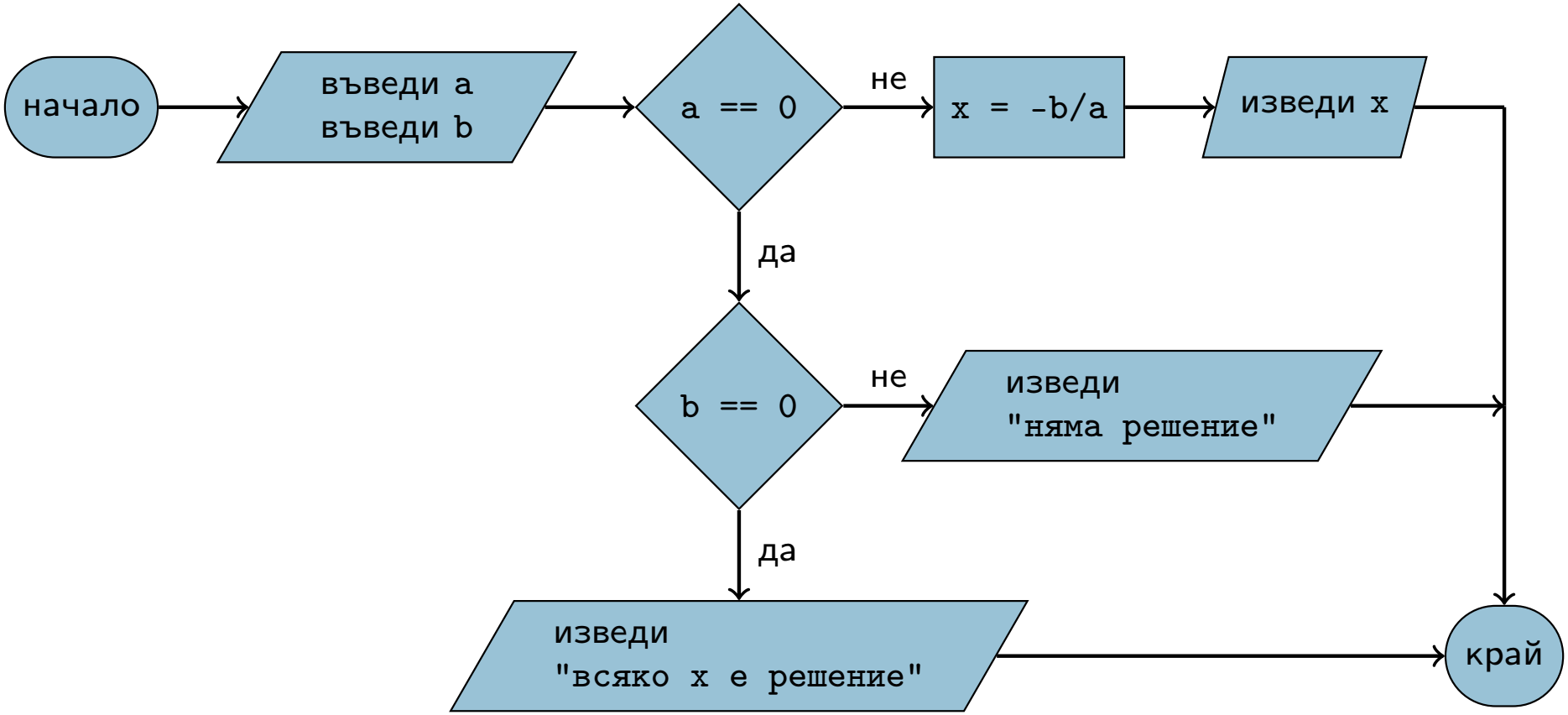
Изчислителни процеси

- Алгоритъм: последователност от стъпки за извършване на пресмятане
- Блок-схема

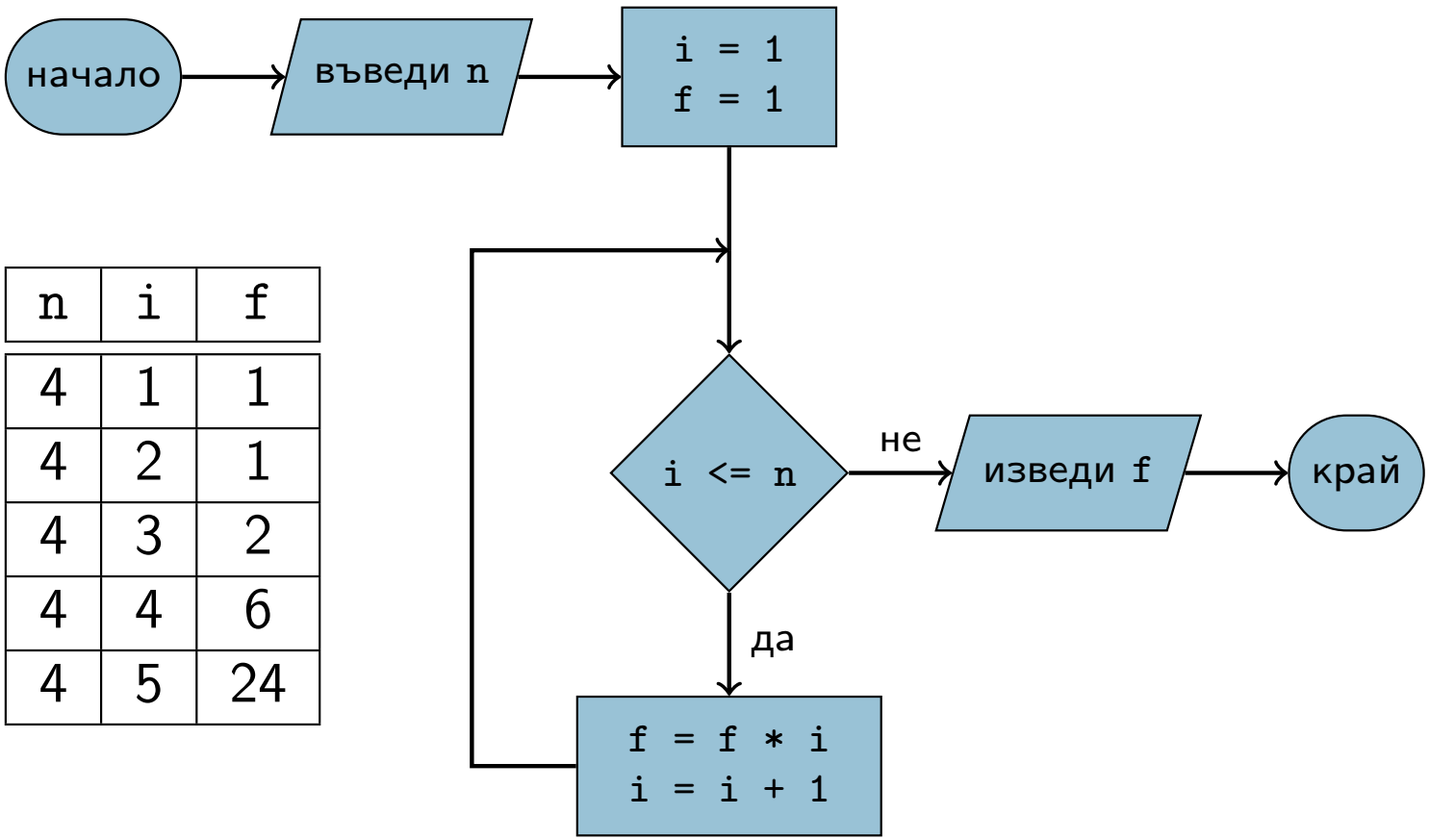


Пример за линеен процес

Разклоняващи се процеси

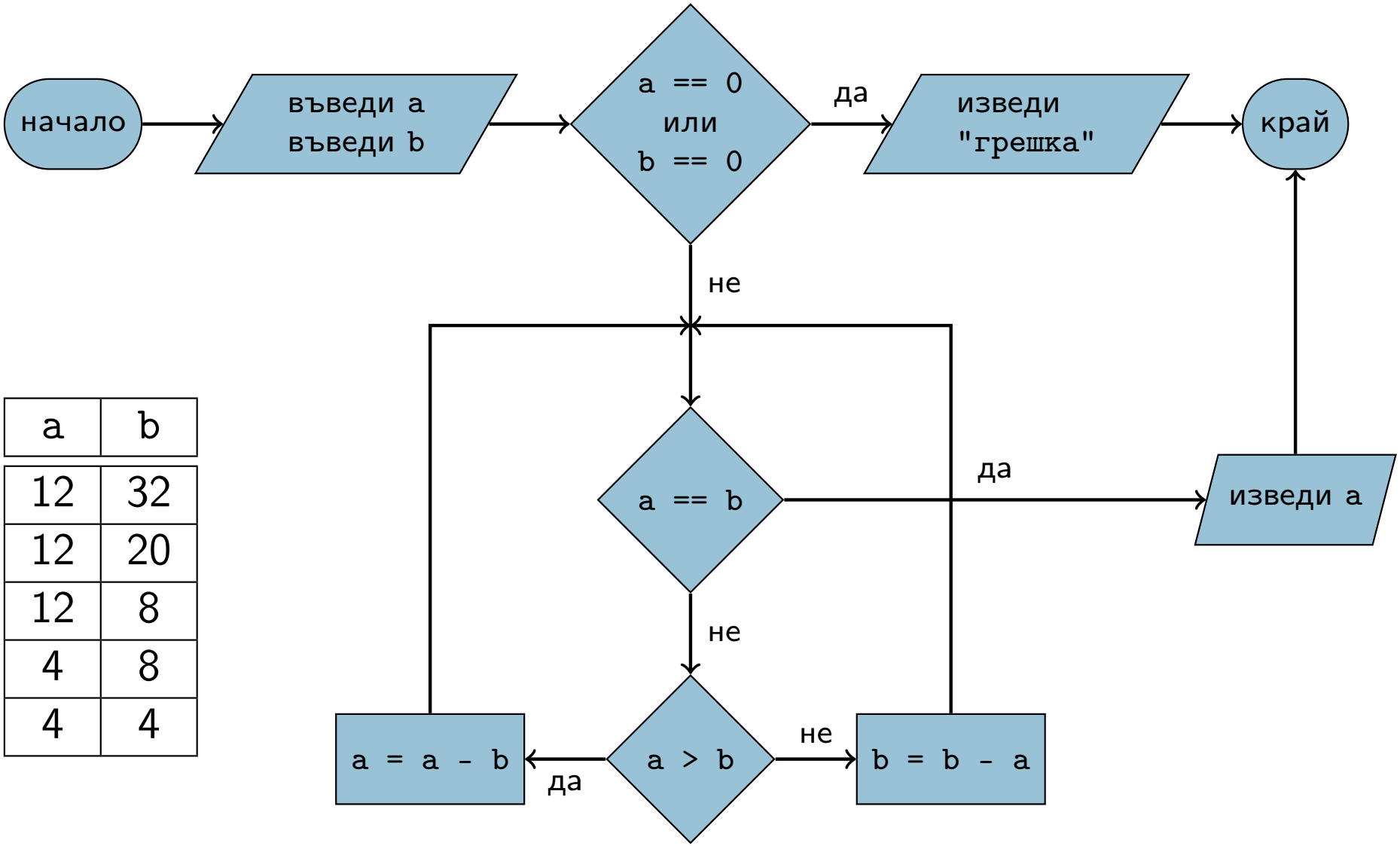


Индуктивни циклични процеси



n	i	f
4	1	1
4	2	1
4	3	2
4	4	6
4	5	24

Итеративни циклични процеси



a	b
12	32
12	20
12	8
4	8
4	4

Структурни езици — разклонение

1. Въведи a, b
2. Ако a == 0, към 5
3. x = -b / a
4. Премини към 9
5. Ако b == 0, към 8
6. “Няма решения”
7. Премини към 9
8. “Всяко x е решение”
9. Край

- Въведи a, b
- Ако a == 0
  - Ако b == 0
    - “Всяко x е решение”
  - Иначе
    - “Няма решения”
- Иначе
  - x = -b / a

Структурни езици — индуктивен цикъл

1. Въведи `n`
2. `i = 1`
3. `f = 1`
4. Ако `i > n`, към 8
5. `f = f * i`
6. `i = i + 1`
7. Премини към 4
8. Изведи `f`
9. Край

- Въведи `n`
- `i = 1`
- `f = 1`
- Повтаряй `n` пъти
  - `f = f * i`
  - `i = i + 1`
- Изведи `f`

Структурни езици — итеративен цикъл

1. Въведи a, b
2. Ако a == b, към 6.
3. Ако a > b, към 5.
4. b = b - a; към 2.
5. a = a - b; към 2.
6. Изведи a
7. Край

- Въведи a, b
- Докато a != b
  - Ако a > b
    - a = a - b
  - В противен случай
    - b = b - a
- Изведи a

Основни понятия

- **Операция** (operator)
- **Израз** (expression)
- **Оператор/команда** (statement)
- <израз> ::= <константа> | <променлива> |
  <едноместна_операция> <израз> |
  <израз> <двуместна_операция> <израз>
- <оператор> ::= <израз>;

Оператор за присвояване

- <променлива> = <израз>;
- <lvalue> = <rvalue>;
- <lvalue> — място в паметта със стойност, която може да се променя
  - **Пример:** променлива
- <rvalue> — временна стойност, без специално място в паметта
  - **Пример:** константа, литерал, резултат от пресмятане
- стандартно преобразуване на типовете:
  <rvalue> се преобразува до типа на <lvalue>

Присвояването като операция

- дясноасоциативна операция
- `a = (b = (c = 2));`
- ~~`(((a = b) = c) = 2);`~~
- **Пример:** `cout << x + (b = 2);`
- **Пример:** `(a = b) = a + 3;`

Операция за изброяване

- <израз1>, <израз2>
- оценява и двата израза, но крайният резултат е оценката на втория израз
- `a, b, c, d` $\Leftrightarrow$ `(a, (b, (c, d)))`
- дясноасоциативна
- използва се рядко
- **Пример:** `a = (cout << x, x);`

Съкратени оператори за присвояване

- `a = a + 2` ⇔ `a += 2`
- `-=`, `*=`, `/=`, `%=`
- `a = a + 1` ⇔ `++a`
- `a = a - 1` ⇔ `--a`
- `a++` увеличава a с 1, но връща предишната стойност на a
  - `a++` ⇔ `(a = (tmp = a) + 1, tmp)`
- `a--` действа аналогично
- `++a` връща a, което е <lvalue>
  - **Пример:** `++a += 5;`
- `a++` връща предишната стойност на a, което е <rvalue>
  - **Пример:** `x = a++ * b;` ~~`a++ += 5;`~~

Оператор за блок

- { { <оператор> } }
- { <оператор$_1$> <оператор$_2$> . . . <оператор$_n$> }
- Вложени блокове

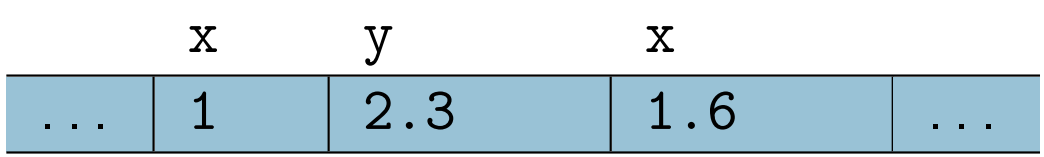
```
{
  int x = 2;
  {
    x += 2;
    cout << x;
  }
}
```

Област на действие (scope)

- областта на действие се простира от дефиницията на променливата до края на блока, в който е дефинирана
- дефиниция на променлива със същото име в същия блок е забранена
- дефиниция на променлива във вложен блок покрива всички външни дефиниции със същото име

Област на действие (scope) — пример

```
int x = 0;
{
  x++;
  double y = 2.3;
  {
    double x = 1.6;
    y = x * x;
  }
  double y = 2.4;
  x += 3;
}
x += 4;
y /= 2.1;
```



Празен оператор

- ;
- ; $\Leftrightarrow$ {}
- няма никакъв ефект

Условен оператор

- `if (`<израз>`)` <оператор> [`else` <оператор>]
- Съкратената форма $\Leftrightarrow$ пълна форма с празен оператор
  - `if (A) X;` $\Leftrightarrow$ `if (A) X; else;`
- **Пример:** `if ( x < 2 ) y = 2;`
- **Пример:** `if ( x > 5 ) y = 5; else y = 3;`

Вложени условни оператори

Какво имаме предвид, когато пишем:

```
if (a > 0) if (b > 0) cout << 1; else cout << 3;
```

```
if (a > 0) {
  if (b > 0)
    // a > 0 && b > 0
    cout << 1;
  else
    // a > 0 && b <= 0
    cout << 3;
}
```

или

```
if (a > 0) {
  if (b > 0)
    // a > 0 && b > 0
    cout << 1;
}
else
  // a <= 0
  cout << 3;
```

Съкратено оценяване на логически операции

Представяне на логически операции с вложени условни оператори:

```
if (!A) X;
else    Y;
```
⇔
```
if (A) Y;
else   X;
```

```
if (A && B) X;
else        Y;
```
⇔
```
if (A)
  if (B) X;
  else   Y;
else Y;
```

```
if (A || B) X;
else        Y;
```
⇔
```
if (A) X;
else
  if (B) X;
  else   Y;
```

Пример: `if (x > 0 && log(x) < 5) ...`
Пример: `if (x == 0 || y / x == 1) ...`

Условна операция

- <булев_израз> ? <израз$_1$> : <израз$_2$>
- триместна (тернарна) операция
- пресмята се <булев_израз>
  - При `true` се пресмята <израз$_1$> и се връща резултатът
  - При `false` се пресмята <израз$_2$> и се връща резултатът
- **Пример:** `x = (y < 2) ? y + 1 : y - 2;`
- `A` $\Leftrightarrow$ `A ? true : false`
- `!A` $\Leftrightarrow$ `A ? false : true`
- `A && B` $\Leftrightarrow$ `A ? B : false`
- `A || B` $\Leftrightarrow$ `A ? true : B`

Задачи за условен оператор

1. Да се провери дали три числа образуват растяща редица
2. Да се намери най-малкото от три числа
3. Да се подредят три числа в растяща редица
4. Да се провери дали три числа образуват Питагорова тройка

Оператор за многозначен избор

- `switch (`<израз>`) {`
  `{ case`<константен_израз>` : {` <оператор> `} }`
  `[ default : {` <оператор> `} ]`
  `}`
- **Пример:**

```
switch (x) {
        case 1 : x++;
        case 2 : x += 2;
        default : x += 5;
}
```

Оператор за прекъсване

- `break;`
- **Пример:**

```
switch (x) {
        case 1 : x++; break;
        case 2 : x += 2; break;
        default : x += 5;
}
```

Задачи за многозначен избор

1. Да се пресметне избрана от потребителя целочислена аритметична операция
2. Да се провери дали дадена буква е гласна или съгласна

Циклични структури

- Да се пресметне $\sum_{i=1}^{5} i^2$
  - `x += 1*1; x += 2*2; x += 3*3; x += 4*4; x += 5*5;`
  - `x += i*i;` за $i = 1, 2, 3, 4, 5$
  - индуктивен цикличен процес
  - `for(int i = 1; i <= 5; i++) x += i * i;`
- Да се намери първата цифра на x
  - `if (x >= 10) x /= 10; if (x >= 10) x /= 10; ...`
  - `x /= 10;` докато е вярно, че `x >= 10`
  - итеративен цикличен процес
  - `while (x >= 10) x /= 10;`

Оператор for

- for (<израз> ; <израз> ; <израз>) <оператор>
- for (<инициализация> ; <условие> ; <корекция>) <тяло>
- Семантика:
  - <инициализация>;
  - if (<условие>) { <тяло> <корекция>;}
  - if (<условие>) { <тяло> <корекция>;}
  - if (<условие>) { <тяло> <корекция>;}
  - ...
- Изключение: <инициализация> може да е не просто израз, а дефиниция на променлива

Оператор for — примери

```
double sum = 0, x;
int n;
cout << "Въведете брой числа: ";cin >> n;
for(int i = 1; i <= n; i++) {
  cout << "Въведете число: ";
  cin >> x;
  sum += x;
}
cout << "Средно аритметично: " << sum / n << endl;

for(int i = 1, x = 0, y = 1; i < 5; i++) {
  x += i;
  y *= x;
}
```

Задачи за `for`

1. Да се пресметне $n!$
2. Да се пресметне сумата $\sum_{i=0}^{n} \frac{x^i}{i!}$
3. Да се намери броят на тези от числата $x_i = n^3 + 5i^2n - 8i$, които са кратни на 3 за $i = 1, \ldots, n$
4. Да се намери най-голямото число от вида $x_i = n^3 + 5i^2n - 8i$ за $i = 1, \ldots, n$

Оператор while

- `while (`<израз>`)` <оператор>
- `while (`<условие>`)` <тяло>
- Семантика:
  - `if (`<условие>`)` <тяло>
  - `if (`<условие>`)` <тяло>
  - `if (`<условие>`)` <тяло>
  - ...
- `while` чрез `for`
  - `while (`<условие>`)` <тяло> $\Leftrightarrow$ `for(;`<условие>`;)`<тяло>
- `for` чрез `while`
  - `for(`<инициализация>`;`<условие>`;`<корекция>`)`<тяло>
    $\Leftrightarrow$
    <инициализация>`; while(`<условие>`) { `<тяло> <корекция>`;}`

Оператор while — примери

```
cout << "НОД(" << a << ',' << b << ") = ";
while (a != b)
  if (a > b) a %= b;
  else       b %= a;
cout << a << endl;

int n;
cout << "Въведете n: ";cin >> n;
int i = 0;
while (n > 1) {
  if (n % 2 == 0) n /= 2;
  else            (n *= 3)++;
  cout << "n = " << n << endl;
  i++;
}
cout << "Направени " << i << " стъпки" << endl;
```

Задачи за `while`

1. Да се пресметне $n!$
2. Да се намери средното аритметично на поредица от числа
3. Да се пресметне сумата $\sum_{i=0}^{n} \frac{x^i}{i!}$ с точност ε
4. Да се намери сумата на цифрите на n
5. Да се провери дали n съдържа цифрата 5