Функции
(част 3)

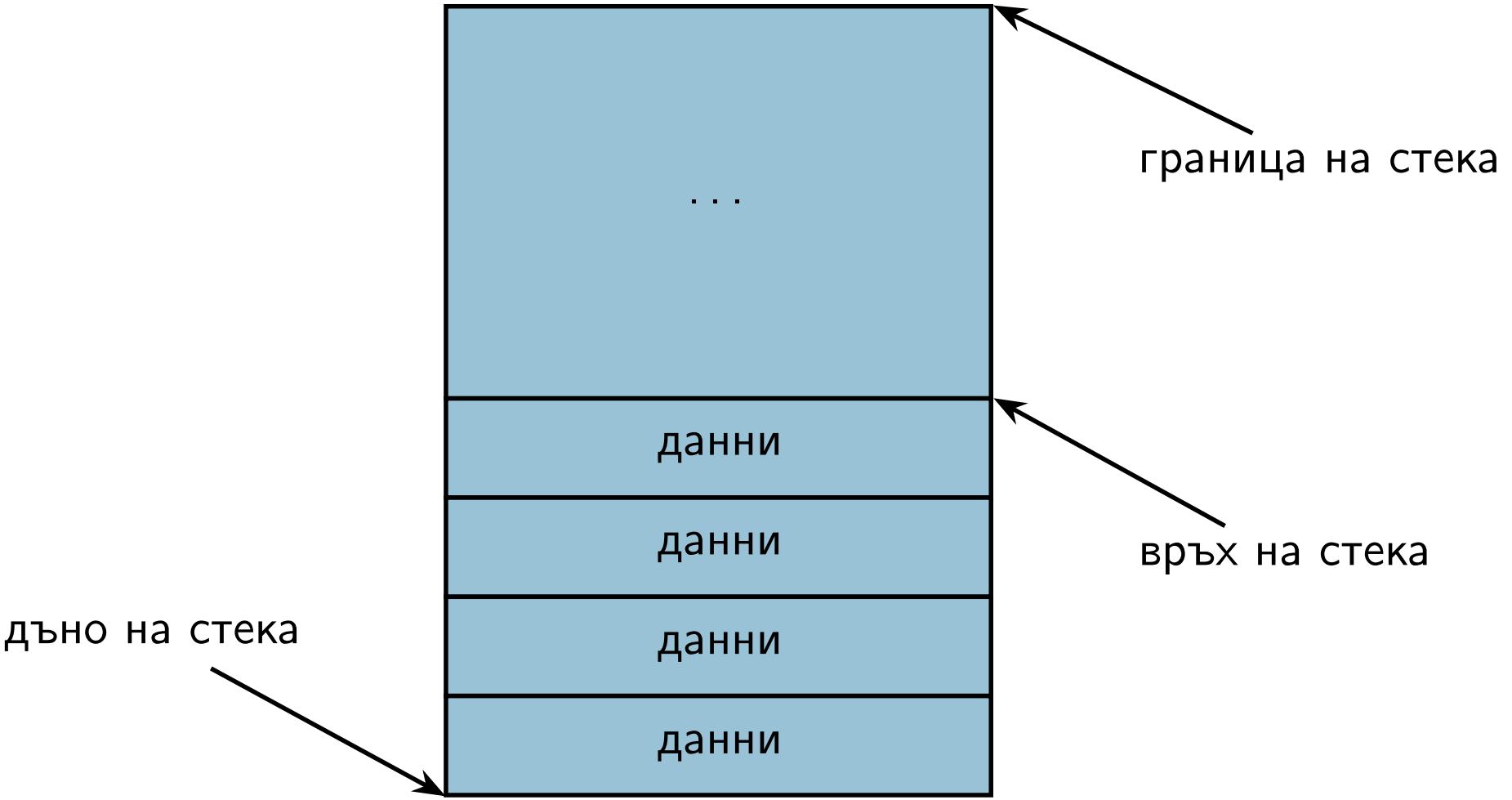
Трифон Трифонов

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

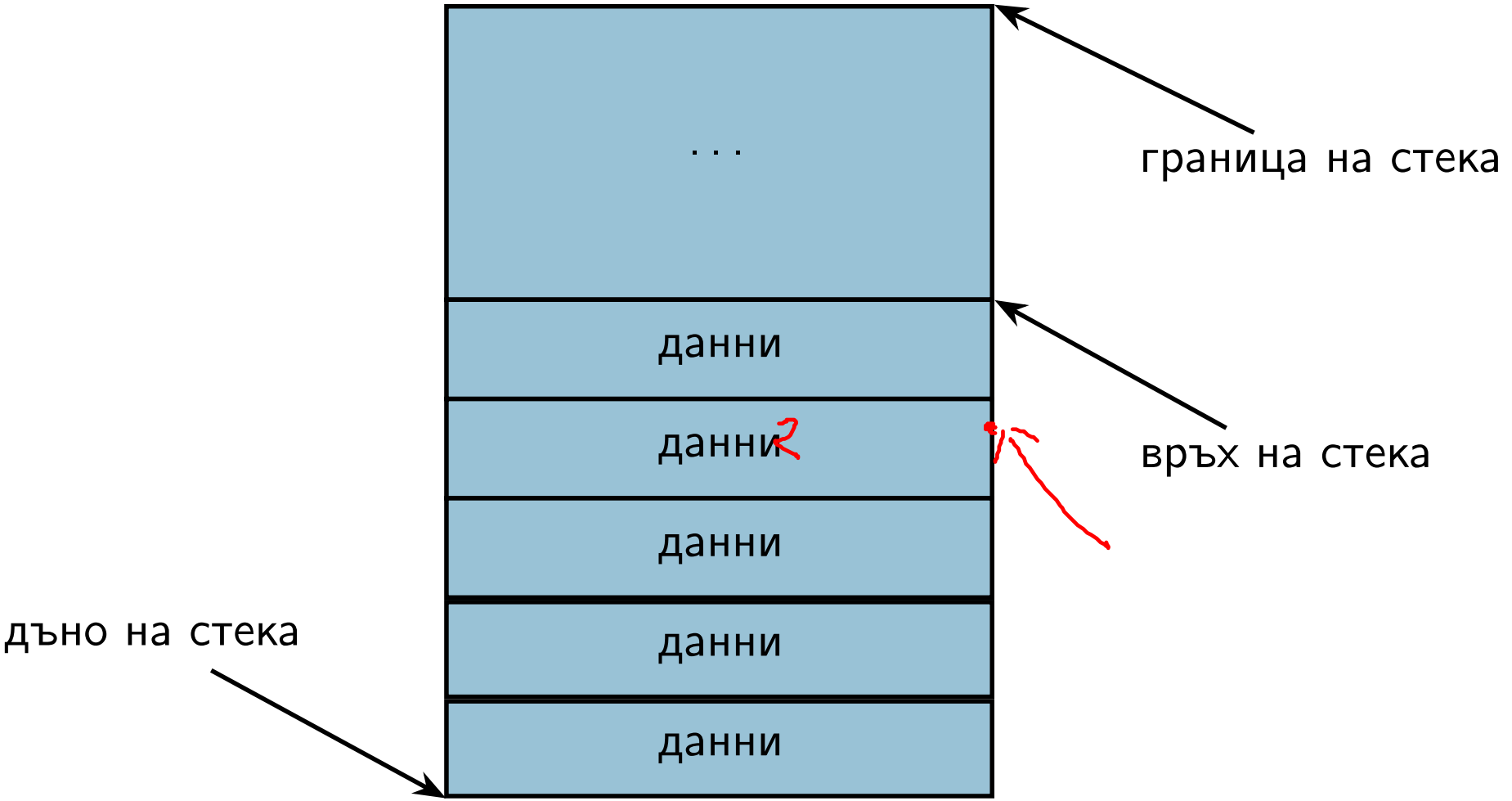
20 декември 2018 г. — 3 януари 2019 г.

Схема на програмната памет

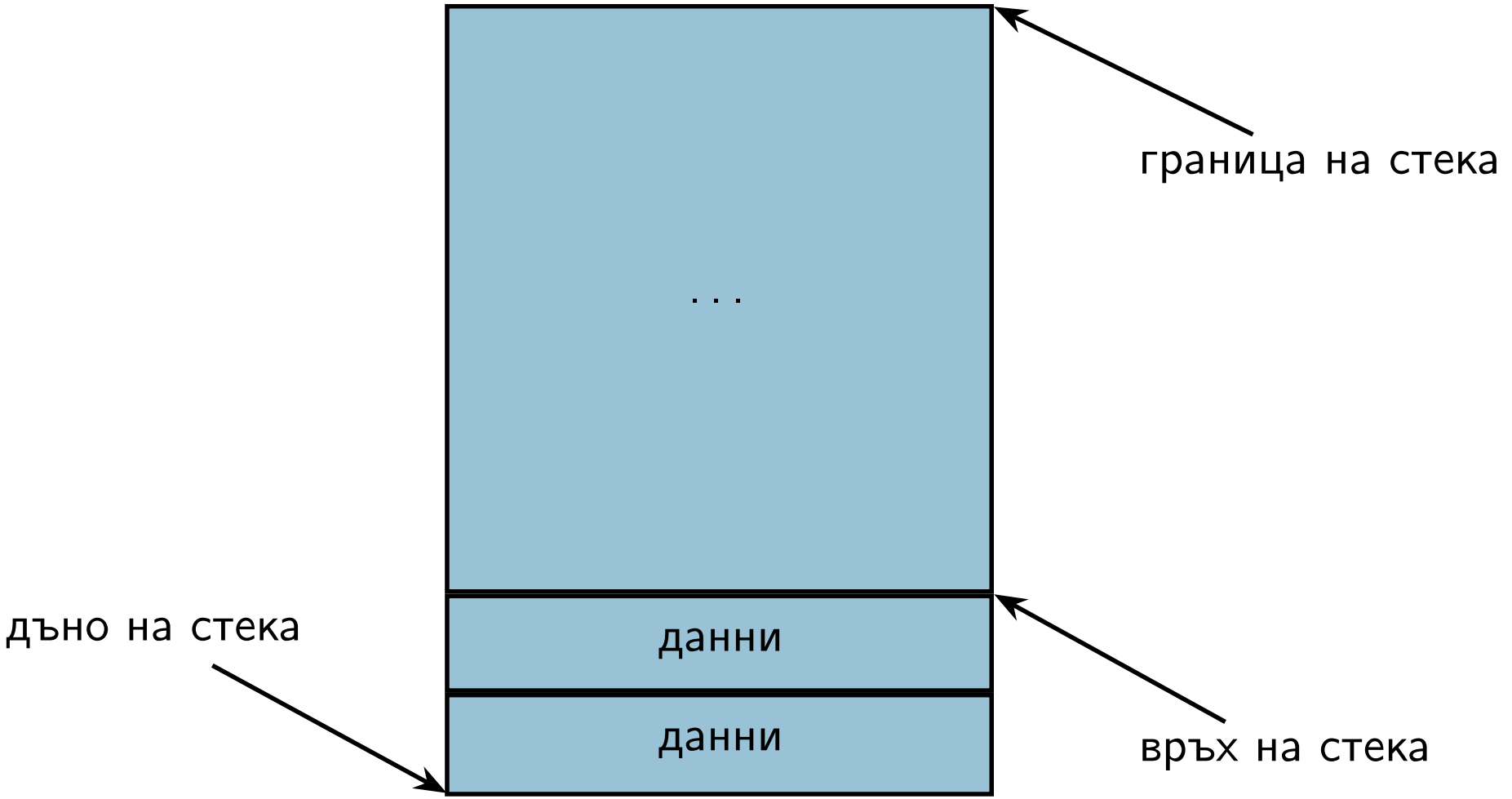
Програмен стек



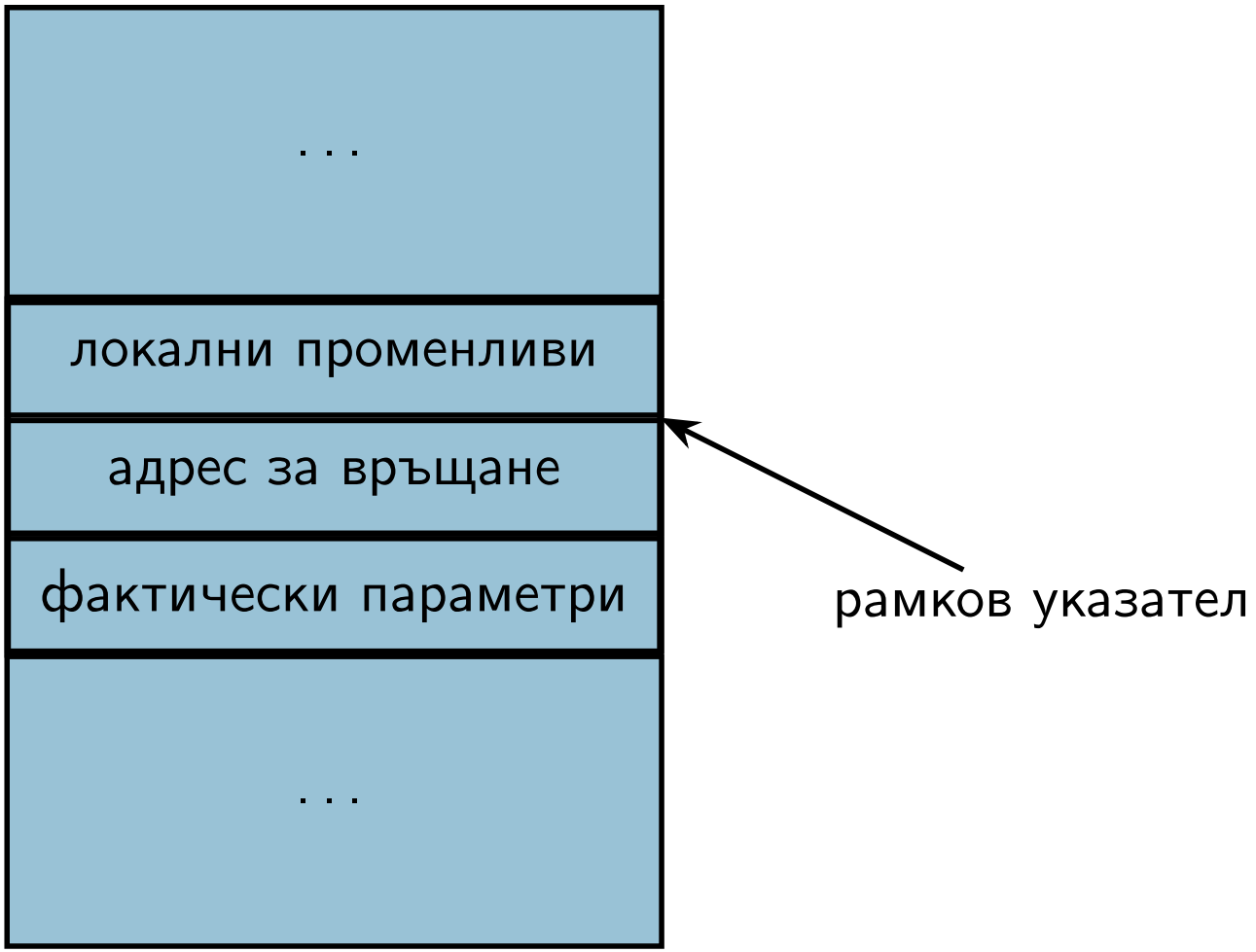
Програмен стек



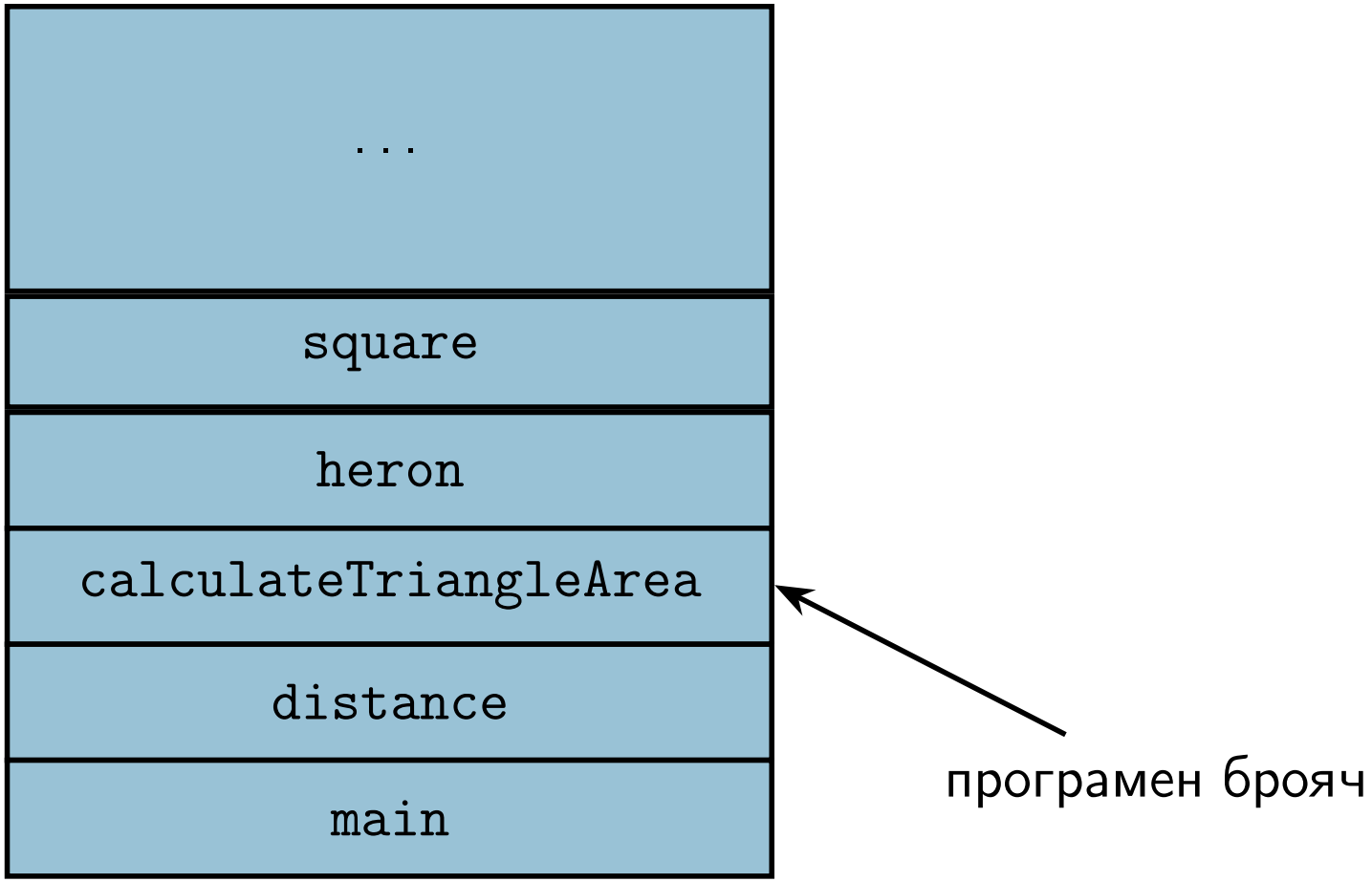
Програмен стек



Стекова рамка на функция



Област за програмен код



Предаване по стойност (call by value)

- пресмята се стойността на фактическия параметър

Предаване по стойност (call by value)

- пресмята се стойността на фактическия параметър
- в стековата рамка на функцията се създава копие на стойността

Предаване по стойност (call by value)

- пресмята се стойността на фактическия параметър
- в стековата рамка на функцията се създава копие на стойността
- всяка промяна на стойността остава локална за функцията

Предаване по стойност (call by value)

- пресмята се стойността на фактическия параметър
- в стековата рамка на функцията се създава копие на стойността
- всяка промяна на стойността остава локална за функцията
- при завършване на функцията, предадената стойност и всички промени над нея изчезват

Предаване с препратка (call by reference)

- Понякога искаме промените във **формалните** параметри да се отразят във **фактическите** параметри

Предаване с препратка (call by reference)

- Понякога искаме промените във **формалните** параметри да се отразят във **фактическите** параметри
- Тогава трябва да обявим, че искаме фактическите параметри да могат да бъдат променяни

Предаване с препратка (call by reference)

- Понякога искаме промените във **формалните** параметри да се отразят във **фактическите** параметри
- Тогава трябва да обявим, че искаме фактическите параметри да могат да бъдат променяни
- <параметър> ::= <тип>& <идентификатор>

Предаване с препратка (call by reference)

- Понякога искаме промените във **формалните** параметри да се отразят във **фактическите** параметри
- Тогава трябва да обявим, че искаме фактическите параметри да могат да бъдат променяни
- <параметър> ::= <тип>& <идентификатор>
- **Примери:**

Предаване с препратка (call by reference)

- Понякога искаме промените във **формалните** параметри да се отразят във **фактическите** параметри
- Тогава трябва да обявим, че искаме фактическите параметри да могат да бъдат променяни
- <параметър> ::= <тип>& <идентификатор>
- **Примери:**
  - `int add5(int& x) { x += 5; return x; }`

Предаване с препратка (call by reference)

- Понякога искаме промените във **формалните** параметри да се отразят във **фактическите** параметри
- Тогава трябва да обявим, че искаме фактическите параметри да могат да бъдат променяни
- <параметър> ::= <тип>& <идентификатор>
- **Примери:**
  - `int add5(int& x) { x += 5; return x; }`
  - фактическият параметър трябва да е lvalue!

Предаване с препратка (call by reference)

- Понякога искаме промените във **формалните** параметри да се отразят във **фактическите** параметри
- Тогава трябва да обявим, че искаме фактическите параметри да могат да бъдат променяни
- <параметър> ::= <тип>& <идентификатор>
- **Примери:**
  - `int add5(int& x) { x += 5; return x; }`
  - фактическият параметър трябва да е lvalue!
  - ~~`add5(3);`~~

Предаване с препратка (call by reference)

- Понякога искаме промените във **формалните** параметри да се отразят във **фактическите** параметри
- Тогава трябва да обявим, че искаме фактическите параметри да могат да бъдат променяни
- <параметър> ::= <тип>& <идентификатор>
- **Примери:**
  - `int add5(int& x) { x += 5; return x; }`
  - фактическият параметър трябва да е lvalue!
  - ~~`add5(3);`~~
  - `int a = 3; cout << add5(a) << ' ' << a;`

Пример за предаване с препратка

Размяна на две променливи

```
void swap(int& x, int& y) {
  int tmp = x;
  x = y;
  y = tmp;
}
```

Пример за предаване с препратка

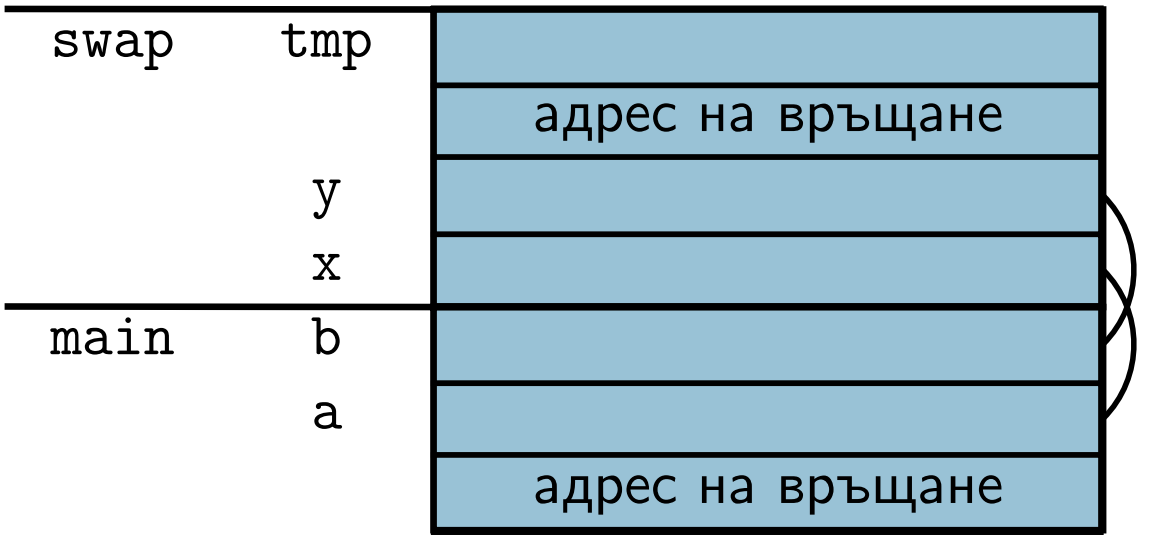
Размяна на две променливи

```
void swap(int& x, int& y) {
  int tmp = x;
  x = y;
  y = tmp;
}

int main() {
  int a = 5, b = 8;
  swap(a, b);
  cout << a << ' ' << b << endl;
}
```

int &x=a, &y=b;

Стекова рамка при предаване с препратки



Предаване по указател/адрес (call by pointer)

- Предава се адрес вместо стойност

Предаване по указател/адрес (call by pointer)

- Предава се адрес вместо стойност
- Фактическите параметри трябва да са от тип “указател към нещо”

Предаване по указател/адрес (call by pointer)

- Предава се адрес вместо стойност
- Фактическите параметри трябва да са от тип “указател към нещо”
- Функцията може да променя стойности на външни за функцията променливи през подадените ѝ указатели

Предаване по указател/адрес (call by pointer)

- Предава се адрес вместо стойност
- Фактическите параметри трябва да са от тип “указател към нещо”
- Функцията може да променя стойности на външни за функцията променливи през подадените ѝ указатели
- **Примери:**

Предаване по указател/адрес (call by pointer)

- Предава се адрес вместо стойност
- Фактическите параметри трябва да са от тип "указател към нещо"
- Функцията може да променя стойности на външни за функцията променливи през подадените ѝ указатели
- **Примери:**
  - `int add5(int* px) { *px += 5; return *px; }`

Предаване по указател/адрес (call by pointer)

- Предава се адрес вместо стойност
- Фактическите параметри трябва да са от тип "указател към нещо"
- Функцията може да променя стойности на външни за функцията променливи през подадените ѝ указатели
- **Примери:**
  - `int add5(int* px) { *px += 5; return *px; }`
  - ~~`add5(3);`~~ ~~`add5(&3);`~~

Предаване по указател/адрес (call by pointer)

- Предава се адрес вместо стойност
- Фактическите параметри трябва да са от тип "указател към нещо"
- Функцията може да променя стойности на външни за функцията променливи през подадените ѝ указатели
- **Примери:**
  - `int add5(int* px) { *px += 5; return *px; }`
  - ~~`add5(3);`~~ ~~`add5(&3);`~~
  - `int a = 3; cout << add5(&a) << ' ' << a;`

Пример за предаване по указател

Размяна на две променливи

```
void swap(int* p, int* q) {
  int tmp = *p;
  *p = *q;
  *q = tmp;
}
```

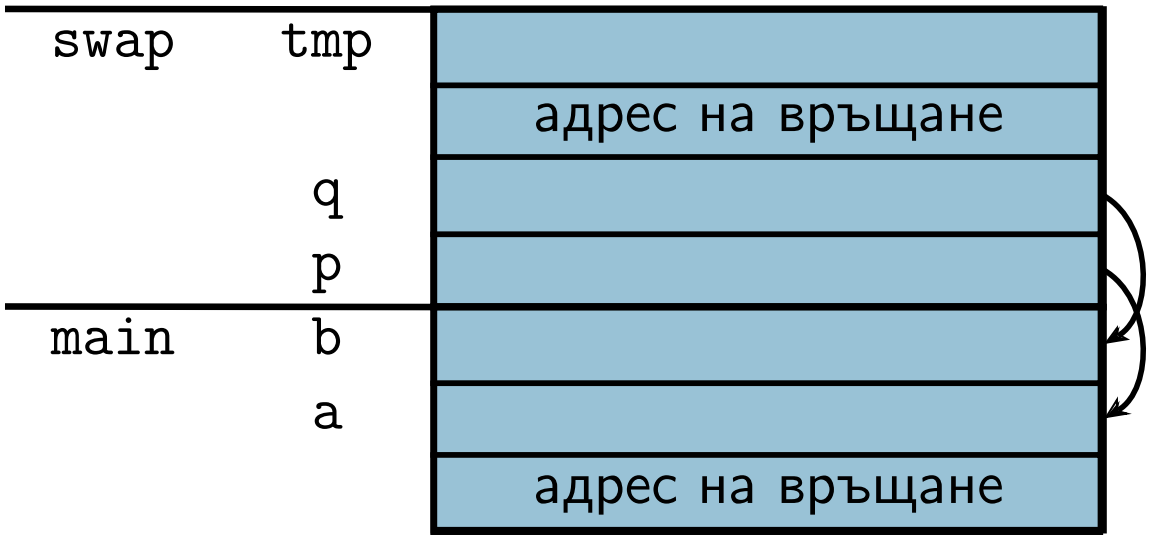
Пример за предаване по указател

Размяна на две променливи

```
void swap(int* p, int* q) {
  int tmp = *p;
  *p = *q;
  *q = tmp;
}

int main() {
  int a = 5, b = 8;
  swap(&a, &b);
  cout << a << ' ' << b << endl;
}
```

Стекова рамка при предаване по указател



Предаване на масиви като параметри

- <параметър_масив> ::= <тип> <име> [[<константен_израз>]] |
  <тип>* <име>

Предаване на масиви като параметри

- <параметър_масив> ::= <тип> <име> [[<константен_израз>]] |
  <тип>* <име>
- всъщност...

Предаване на масиви като параметри

- <параметър_масив> ::= <тип> <име> [[<константен_израз>]] |
  <тип>* <име>
- всъщност...
- ...масивите се предават по указател!

Предаване на масиви като параметри

- <параметър_масив> ::= <тип> <име> [[<константен_израз>]] |
  <тип>* <име>
- всъщност...
- ...масивите се предават по указател!
- ...затова размерът на масива в скобите се игнорира!

Предаване на масиви като параметри

- <параметър_масив> ::= <тип> <име> [[<константен_израз>]] |
  <тип>* <име>
- всъщност...
- ...масивите се предават по указател!
- ...затова размерът на масива в скобите се игнорира!
- ...затова промените в винаги се отразяват в оригинала!

Предаване на многомерни масиви като параметри

- <параметър_многомерен_масив> ::=
  <тип> <име> [[<константа>]]{[<константа>]} |
  <тип> (*<име>){[<константа]}

Предаване на многомерни масиви като параметри

- <параметър_многомерен_масив> ::=
  <тип> <име> [[<константа>]]{[<константа>]} |
  <тип> (*<име>){[<константа]}
- многомерните масиви също се предават по указател

Предаване на многомерни масиви като параметри

- <параметър_многомерен_масив> ::=
  <тип> <име> [[<константа>]]{[<константа>]} |
  <тип> (*<име>){[<константа]}
- многомерните масиви също се предават по указател
- първата размерност се игнорира

Предаване на многомерни масиви като параметри

- <параметър_многомерен_масив> ::=
  <тип> <име> [[<константа>]]{[<константа>]} |
  <тип> (*<име>){[<константа]}
- многомерните масиви също се предават по указател
- първата размерност се игнорира
  - останалите трябва да се укажат, за да работи правилно указателната аритметика

Предаване на многомерни масиви като параметри

- <параметър_многомерен_масив> ::=
  <тип> <име> [[<константа>]]{[<константа>]} |
  <тип> (*<име>){[<константа]}
- многомерните масиви също се предават по указател
- първата размерност се игнорира
  - останалите трябва да се укажат, за да работи правилно указателната аритметика
- (поне) първата размерност трябва да се подава като параметър

Предаване на многомерни масиви като параметри

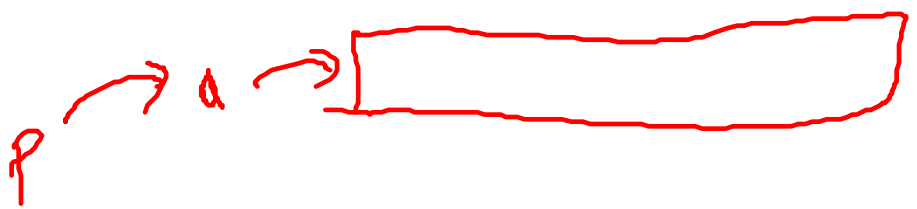
- <параметър_многомерен_масив> ::=
  <тип> <име> [[<константа>]]{[<константа>]} |
  <тип> (*<име>){[<константа]}
- многомерните масиви също се предават по указател
- първата размерност се игнорира
  - останалите трябва да се укажат, за да работи правилно указателната аритметика
- (поне) първата размерност трябва да се подава като параметър
- Внимание: `int* a[10]` е различно от `int (*a)[10]`!

Предаване на многомерни масиви като параметри

- <параметър_многомерен_масив> ::=
  <тип> <име> [[<константа>]]{[<константа>]} |
  <тип> (*<име>){[<константа]}
- многомерните масиви също се предават по указател
- първата размерност се игнорира
  - останалите трябва да се укажат, за да работи правилно указателната аритметика
- (поне) първата размерност трябва да се подава като параметър
- Внимание: `int* a[10]` е различно от `int (*a)[10]`!
  - `int* a[10]` $\Longleftrightarrow$ масив от 10 указателя към цели числа

Предаване на многомерни масиви като параметри

- <параметър_многомерен_масив> ::=
  <тип> <име> [[<константа>]]{[<константа>]} |
  <тип> (*<име>){[<константа]}
- многомерните масиви също се предават по указател
- първата размерност се игнорира
  - останалите трябва да се укажат, за да работи правилно указателната аритметика
- (поне) първата размерност трябва да се подава като параметър
- Внимание: `int* a[10]` е различно от `int (*a)[10]`!
  - `int* a[10]` $\Longleftrightarrow$ масив от 10 указателя към цели числа
  - `int (*a)[10]` $\Longleftrightarrow$ указател към масив от десет цели числа



Предаване на многомерни масиви като параметри

- <параметър_многомерен_масив> ::=
  <тип> <име> [[<константа>]]{[<константа>]} |
  <тип> (*<име>){[<константа]}
- многомерните масиви също се предават по указател
- първата размерност се игнорира
  - останалите трябва да се укажат, за да работи правилно указателната аритметика
- (поне) първата размерност трябва да се подава като параметър
- Внимание: `int* a[10]` е различно от `int (*a)[10]`!
  - `int* a[10]` $\Longleftrightarrow$ масив от 10 указателя към цели числа
  - `int (*a)[10]` $\Longleftrightarrow$ указател към масив от десет цели числа
  - ...но понеже масивите от тип T могат да се разглеждат като указатели към тип T...

Предаване на многомерни масиви като параметри

- <параметър_многомерен_масив> ::=
  <тип> <име> [[<константа>]]{[<константа>]} |
  <тип> (*<име>){[<константа]}
- многомерните масиви също се предават по указател
- първата размерност се игнорира
  - останалите трябва да се укажат, за да работи правилно указателната аритметика
- (поне) първата размерност трябва да се подава като параметър
- Внимание: `int* a[10]` е различно от `int (*a)[10]`!
  - `int* a[10]` $\Longleftrightarrow$ масив от 10 указателя към цели числа
  - `int (*a)[10]` $\Longleftrightarrow$ указател към масив от десет цели числа
  - ...но понеже масивите от тип T могат да се разглеждат като указатели към тип T...
  - `int (*a)[10]` $\Longleftrightarrow$ масив от масив от десет цели числа

Предаване на многомерни масиви като параметри

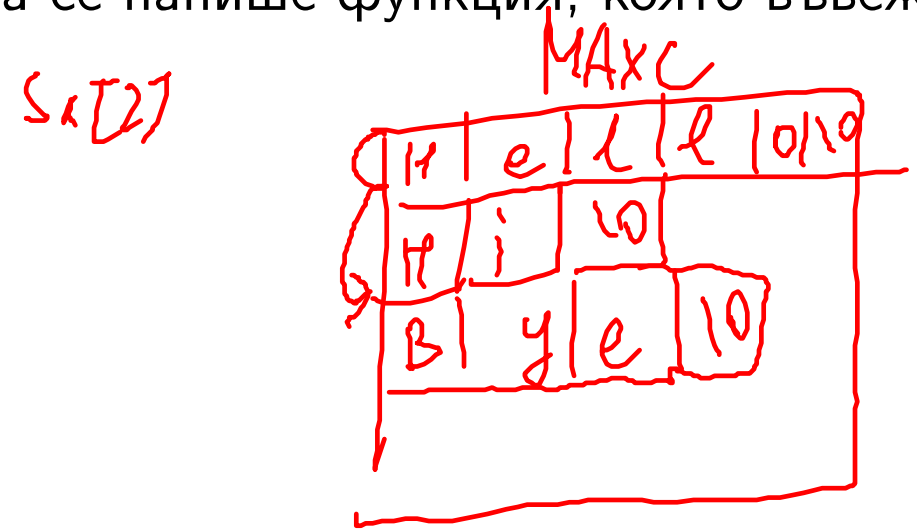
- <параметър_многомерен_масив> ::=
  <тип> <име> [[<константа>]]{[<константа>]} |
  <тип> (*<име>){[<константа]}
- многомерните масиви също се предават по указател
- първата размерност се игнорира
  - останалите трябва да се укажат, за да работи правилно указателната аритметика
- (поне) първата размерност трябва да се подава като параметър
- Внимание: `int* a[10]` е различно от `int (*a)[10]`!
  - `int* a[10]` $\Longleftrightarrow$ масив от 10 указателя към цели числа
  - `int (*a)[10]` $\Longleftrightarrow$ указател към масив от десет цели числа
  - ...но понеже масивите от тип T могат да се разглеждат като указатели към тип T...
  - `int (*a)[10]` $\Longleftrightarrow$ масив от масив от десет цели числа
  - `int (*a)[10]` $\Longleftrightarrow$ двумерен масив от цели числа с 10 колони

Примерни функции

1. Да се напише функция, която извежда матрица от числа

Примерни функции

1. Да се напише функция, която извежда матрица от числа
2. Да се напише функция, която въвежда масив от низове



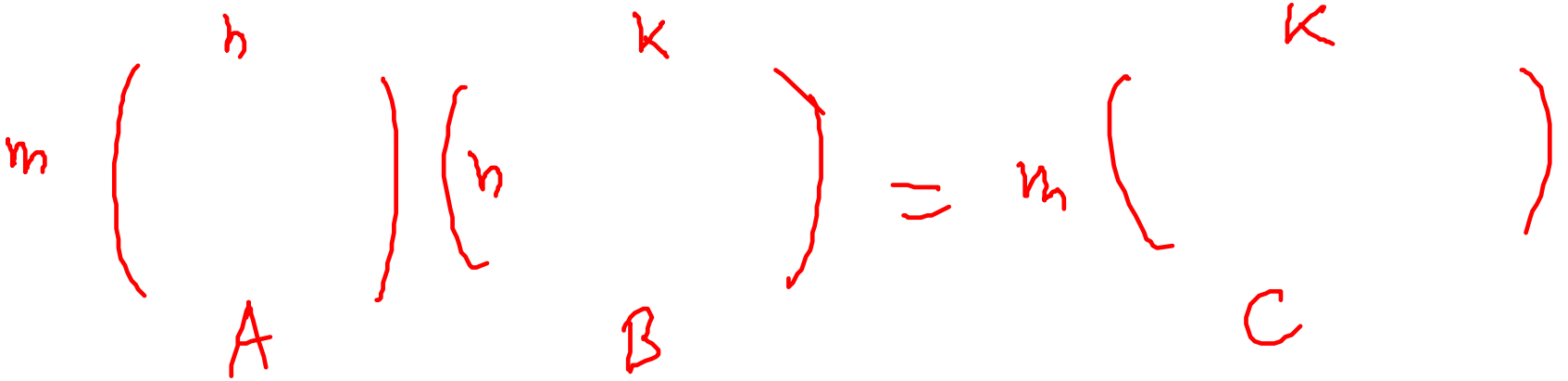
Примерни функции

1. Да се напише функция, която извежда матрица от числа
2. Да се напише функция, която въвежда масив от низове
3. Да се напише функция, която проверява дали дадена дума се съдържа в масив от низове

Примерни функции

$$c_{ij} = \vec{a_i} \cdot \vec{b_j} = \sum_{\ell=0}^{n-1} a_{i\ell} \cdot b_{\ell j}$$

1. Да се напише функция, която извежда матрица от числа
2. Да се напише функция, която въвежда масив от низове
3. Да се напише функция, която проверява дали дадена дума се съдържа в масив от низове
4. Да се напише функция, която умножава две правоъгълни матрици



Указателите като върнат резултат

Основно правило: трябва да осигурим, че винаги връщаме указатели към обекти, които ще продължат да съществуват след като функцията приключи работа.

Указателите като върнат резултат

Основно правило: трябва да осигурим, че винаги връщаме указатели към обекти, които ще продължат да съществуват след като функцията приключи работа.

Пример:

```
int* pointMax(int* p, int* q) {
  if (*p > *q)
    return p;
  return q;
}
...
int* r = pointMax(&a, &b); (*r)--;
```

Препратките като върнат резултат

Ваши същото правило като за указателите: връщаме препратки към обекти, които ще останат “живи”.

Препратките като върнат резултат

Ваши същото правило като за указателите: връщаме препратки към обекти, които ще останат “живи”.

Пример:

```
int& middle(int& x, int& y, int& z) {
  if (x <= y && y <= z || z <= y && y <= x)
    return y;
  if (y <= z && z <= x || x <= z && z <= y)
    return z;
  return x;
}
...
middle(a, b, c) = 5;
```

Масивите като върнат резултат

- Функциите не могат да имат “масив от T” като тип на резултата

Масивите като върнат резултат

- Функциите не могат да имат “масив от T” като тип на резултата
- ...но могат да имат тип на резултата “указател към T”

Масивите като върнат резултат

- Функциите не могат да имат “масив от T” като тип на резултата
- ...но могат да имат тип на резултата “указател към T”
- по този начин функциите могат да връщат като резултат едномерни масиви

Масивите като върнат резултат

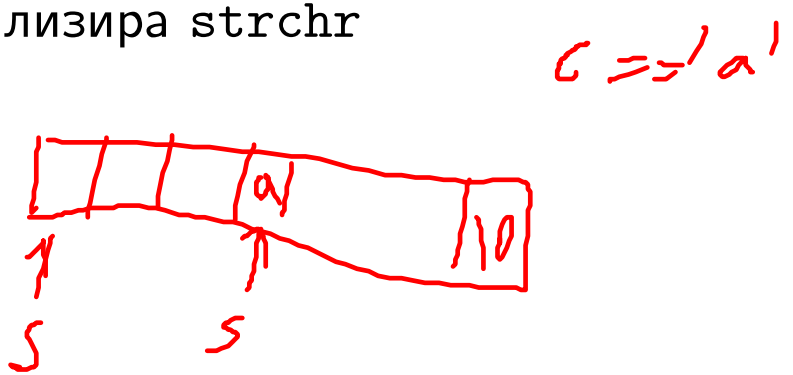
- Функциите не могат да имат “масив от T” като тип на резултата
- ...но могат да имат тип на резултата “указател към T”
- по този начин функциите могат да връщат като резултат едномерни масиви
- Внимание: връщат се само масиви, които ще продължат да съществуват след като функцията завърши

Масивите като върнат резултат

- Функциите не могат да имат “масив от T” като тип на резултата
- ...но могат да имат тип на резултата “указател към T”
- по този начин функциите могат да връщат като резултат едномерни масиви
- Внимание: връщат се само масиви, които ще продължат да съществуват след като функцията завърши
- **Примери:**

Масивите като върнат резултат

- Функциите не могат да имат "масив от T" като тип на резултата
- ...но могат да имат тип на резултата "указател към T"
- по този начин функциите могат да връщат като резултат едномерни масиви
- Внимание: връщат се само масиви, които ще продължат да съществуват след като функцията завърши
- **Примери:**
  - Да се реализира `strchr`



Масивите като върнат резултат

- Функциите не могат да имат "масив от T" като тип на резултата
- ...но могат да имат тип на резултата "указател към T"
- по този начин функциите могат да връщат като резултат едномерни масиви
- Внимание: връщат се само масиви, които ще продължат да съществуват след като функцията завърши
- **Примери:**
  - Да се реализира `strchr`
  - Да се реализира `strstr`

Масивите като върнат резултат

- Функциите не могат да имат "масив от T" като тип на резултата
- ...но могат да имат тип на резултата "указател към T"
- по този начин функциите могат да връщат като резултат едномерни масиви
- Внимание: връщат се само масиви, които ще продължат да съществуват след като функцията завърши
- **Примери:**
  - Да се реализира `strchr`
  - Да се реализира `strstr`
  - Да се реализира функция, която връща позицията на първото различие между два низа