Вход и изход

Пламен Танов
Ненко Табаков
Технологично училище „Електронни системи“
Технически университет – София

версия 0.1

Въведение$_1$

- Входът и изходът не са част от самия език, те се поддържат от набор от стандартни библиотеки
- **`ANSI C`** дефинира прецизно библиотечните функции за вход и изход, така че те да могат да съществуват за различни платформи.
- Програмите, които използват стандартните библиотеки за вход и изход могат да се ползват на различни платформи без нужда от промяна (разбира се има нужда от компилиране за съответната система)

Въведение$_2$

- За всяка една функция трябва добре да се знае какво прави, какви аргументи получава и какъв резултат връща
- Името на функцията описва приложението й
- В повечето функции, които връщат **`char *`** ако по време на изпълнението им възникне грешка връщат константата **`NULL`**
- В повечето функции, които връщат **`int`** ако по време на изпълнението им възникне грешка връщат константата **`EOF`**

getchar()

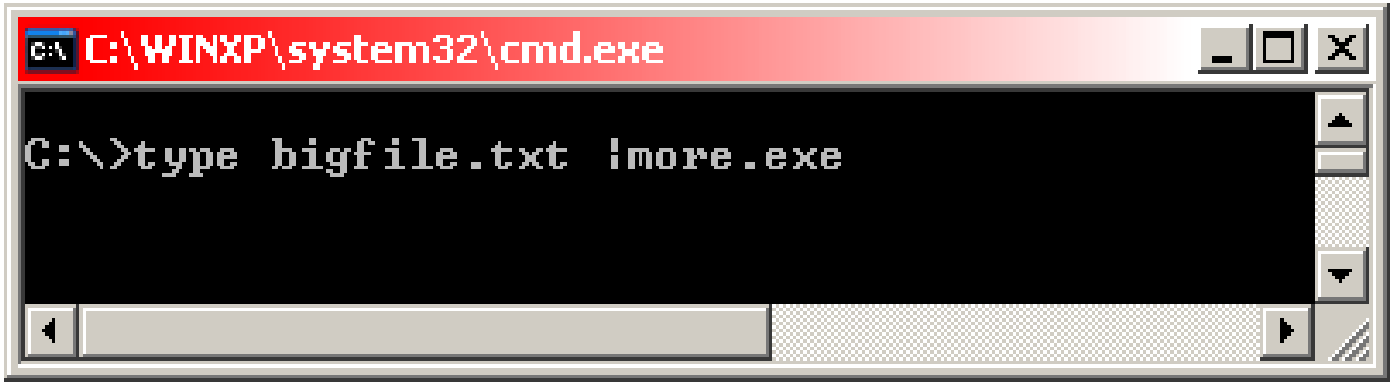
- Връща следващия символ от стандартния вход (обикновено клавиатурата) или константата **`EOF`**, ако е достигнат край на файла
- Възможно е да е дефиниран като макрос
- Смяна на стандартния вход с текст от файл: **`prog.exe < infile`**
- Смяна на стандартния вход със стандартния изход на друга програма:

  `otherprog.exe | prog.exe` (каквото изведе **`otherprog.exe`**, ще бъде прочетено от **`prog.exe`**)

```
int getchar(void);
```

Пренасочване на стандартния вход и изход

Това е функция на операционната система.
При Linux, Windows и DOS:



putchar()

- Извежда `int putchar(int)` символ на стандартния изход (обикновено монитора). Връща изведения символ или константата **`EOF`**, ако е възникнала грешка
- Възможно е да е дефиниран като макрос
- Смяна на стандартния изход с текстов файл: **`prog.exe > outfile`**
- Смяна на стандартния изход със стандартния вход на друга програма:

  `prog.exe | otherprog.exe` (каквото изведе **`prog.exe`**, ще бъде прочетено от **`otherprog.exe`**)

Пример

```
#include <stdio.h> //тук са описани getchar() и putchar()
#include <ctype.h> //тук е описана функцията tolower()

int main() {/* lower: convert input to lower case*/
   int c
   while ((c = getchar()) != EOF) {//докато не стигне EOF
      putchar(tolower(c));//се извежда c, ако е буква-малка!
   }
   return 0;
}
```

printf()

```
int printf(char *format, arg1, arg2, ...);
```

- Конвертира, форматира и извежда аргументите на стандартния изход
- **`format`** оказва как точно да се форматират аргументите
- Връща броя на изведените символи
- Съвместима е с **`putchar()`** и **`getchar()`** и могат да се използват съвместно без проблем

Форматиращ низ$_1$

```
int printf(char *format, arg1, arg2, ...);
```

Състои се от два типа данни:

- обикновени, които директно се извеждат на екрана и
- спецификатори, всеки един от които служи за извеждане на следващия аргумент от списъка **`arg1, arg2, ...`**
- Всеки спецификатор започва с `%` и завършва с тип на аргумента

Форматиращ низ$_2$

```
int printf(char *format, arg1, arg2, ...);
```

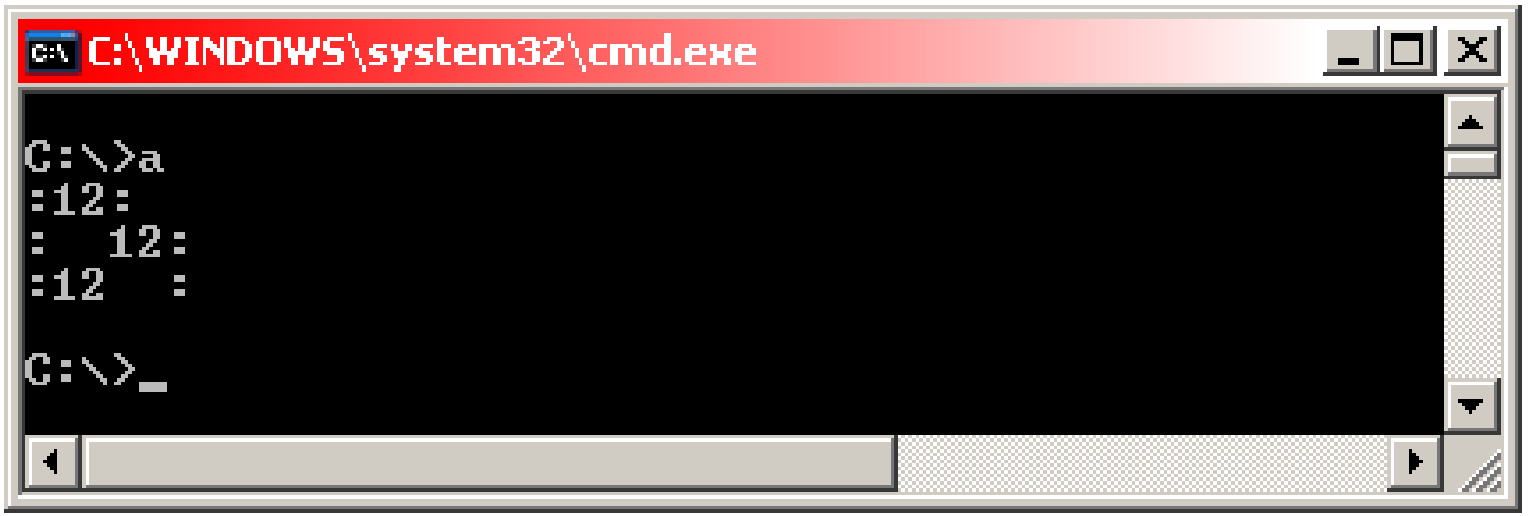
Между `%` и типа на аргумента може да се добавят следните определители (в този ред):

- Знак „`-`“ - определя ляво подравняване
- Минимален брой изведени символи – при необходимост се добавят интервали от ляво или от дясно (в зависимост от това дали има „`-`“)
- „`.`“ - за разделяне на минималния брой и числото за прецизност

Пример

```
#include <stdio.h>

int main() {
  printf(":%d:\n", 12);   //:12:
  printf(":%4d:\n", 12);  //:  12:
  printf(":%-4d:\n", 12); //:12  :
  return 0;
}
```



Форматиращ низ$_3$

```
int printf(char *format, arg1, arg2, ...);
```

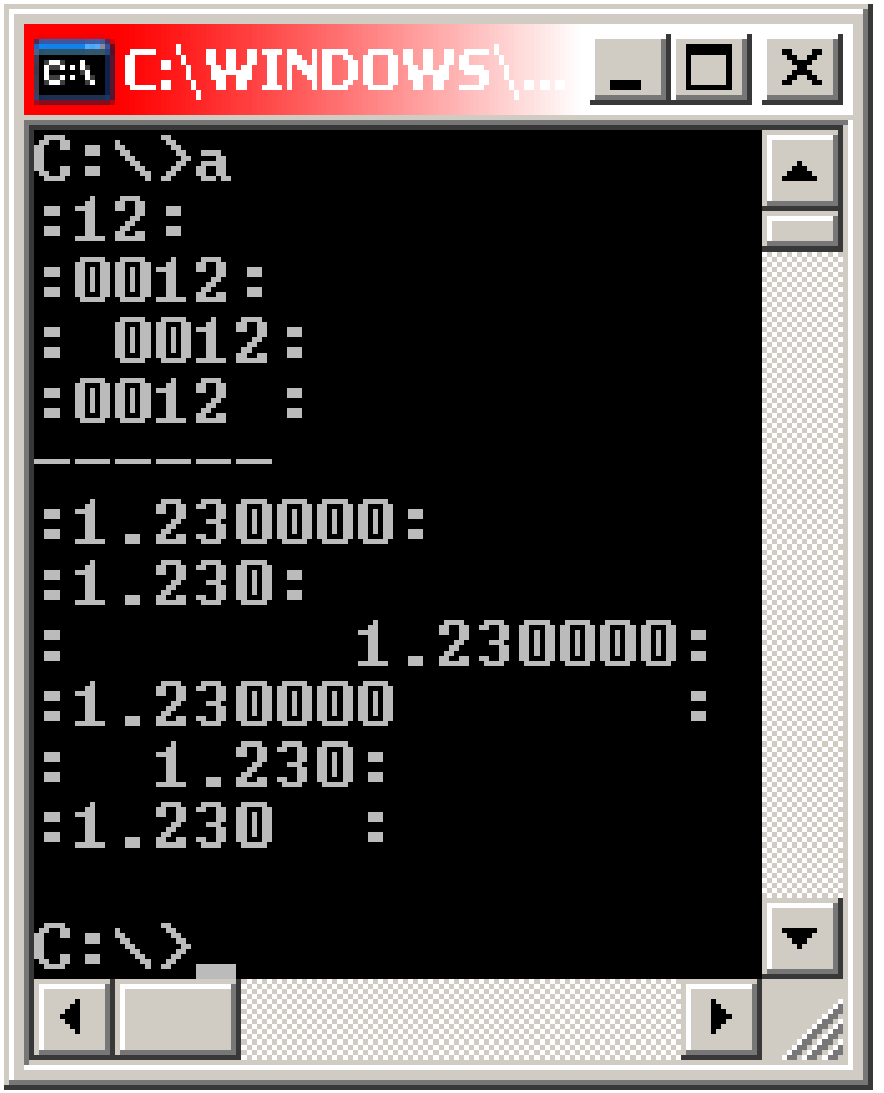
Числото за прецизност има различен смисъл приложено към аргумент от различен тип:

- Низ – максималния брой символи от низа, които ще бъдат изведени
- Реално число – броят на цифрите след десетичната запетая (6 по подразбиране)
- Цяло число – минималния брой цифри от числото, при необходимост се дописват нули от ляво на числото

Пример

```
#include <stdio.h>

int main() {
  printf(":%d:\n", 12);
  printf(":%.4d:\n", 12);
  printf(":%5.4d:\n", 12);
  printf(":%-5.4d:\n", 12);
  printf("------\n");
  printf(":%f:\n", 1.23);
  printf(":%.3f:\n", 1.23);
  printf(":%15f:\n", 1.23);
  printf(":%-15f:\n", 1.23);
  printf(":%7.3f:\n", 1.23);
  printf(":%-7.3f:\n", 1.23);
  return 0;
}
```

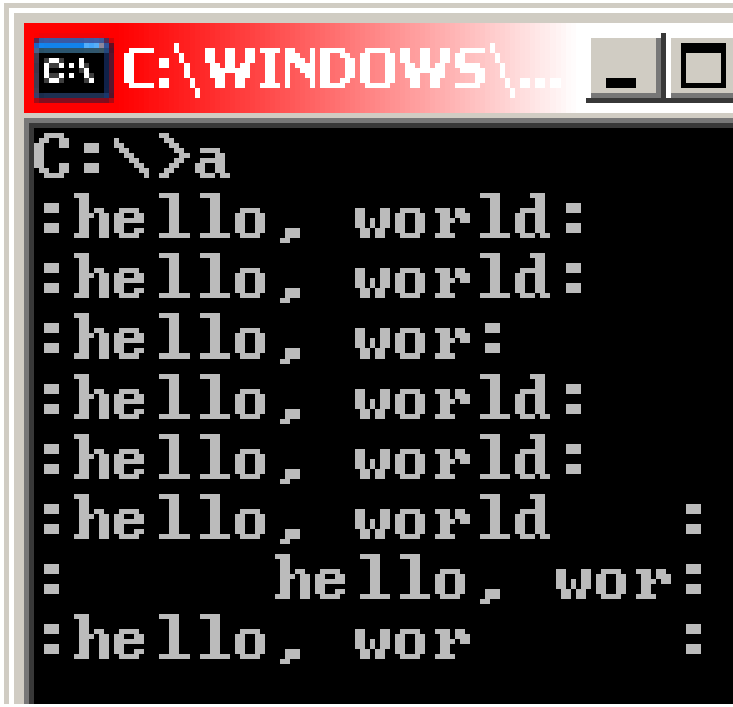


Пример

```
#include <stdio.h>

int main() {
  printf(":%s:\n", "hello, world");
  printf(":%10s:\n", "hello, world");
  printf(":%.10s:\n", "hello, world");
  printf(":%-10s:\n", "hello, world");
  printf(":%.15s:\n", "hello, world");
  printf(":%-15s:\n", "hello, world");
  printf(":%15.10s:\n", "hello, world");
  printf(":%-15.10s:\n", "hello, world");

  return 0;
}
```



Форматиращ низ$_4$

```
int printf(char *format, arg1, arg2, ...);
```

Ако на мястото на минимален брой изведени символи или на числото за прецизност се сложи „*“ то числото се взима от списъка с аргументи

```
#include <stdio.h>

int main() {
printf(":%-15s:\n", "hello, world");
printf(":%-*s:\n", 15,"hello, world");
printf(":%15.10s:\n", "hello, world");
printf(":%*.*s:\n", 15, 10,
                    "hello, world");

  return 0;
}
```

Тип на аргумента$_1$

```
int printf(char *format, arg1, arg2, ...);
```

- **`d, i`** – **`int`**, десетично число
- **`u`** – **`int`**, десетично число, без знак
- **`o`** – **`int`**, в осмична бройна система, без знак
- **`X, x`** – **`int`**, в 16 бройна система, без знак (**`ABCDEF`**, **`abcdef`** за числата от 10 до 15)
- **`c`** – **`int (char)`**, символ
- **`s`** – **`char *`**, низ до нулев символ за край
- **`p`** – **`void *`**, указател (зависи от реализацията)
- **`%`** - не се взима аргумент от списъка, извежда се **`%`**

Тип на аргумента$_2$

```
int printf(char *format, arg1, arg2, ...);
```

- **`f`** – **`double`**, формат: **`[-]m.dddddd`**
- **`E, e`** – **`double`**, формат: **`[-]m.ddddddE+/-xx`** или **`[-]m.ddddddе+/-xx`** (с експонента)
- **`G, g`** – **`double`**, ако експонентата е по-малка от -4 или е по-голяма или равна на прецизността се използва **`%E, %e`** за форматиране, иначе **`%f`**

Често срещана грешка

- Ако искаме да изведем низ, в който има символ %

```
#include <stdio.h>
int main () {
  char * s = "string with bad char: %d";
  printf(s);//ГРЕШНО!!!
  printf("\n");
  printf("%s", s);

  return 0;
}
```

```
C:\>a
string with bad char: 2280688
string with bad char: %d
```

sprintf()

```
int sprintf(char *string, char *format, arg1, arg2, ...);
```

- Като **`printf()`**, но не извежда на екрана, а записва в променливата **`string`**

Списък от аргументи с променлив брой променливи

```
int printf(char *format, ...);
```

- Неименуваният списък с променлив брой аргументи („. . .“) може да е единствено на края
- За обхождането на аргументите се използва макрос, дефиниран във файла **<stdarg.h>**
- Използват се
  - **va_list ap;** //тип на променливата, с която обхождаме аргументите
  - **va_start(ap, последен аргумент);** //начало
  - **a = va_arg(ap, тип на аргумент);**//взимаме аргумент
  - **va_end(ap);** //край на обхождането

Пример$_1$

```
#include <stdarg.h>
/* minprintf: ограничен printf със променлив брой аргументи
*/
void minprintf(char *fmt, ...) {
  va_list ap;
/* последователно обхождаме неименованите аргументи
посредством ap */
  char *p, *sval;
  int ival;
  double dval;

  va_start(ap, fmt);
/* ap сочи към първия неименован аргумент */

  for (p = fmt; *p; p++) {
    if (*p != '%') {
      putchar(*p);
      continue;
    }
```

Пример$_2$

```
  switch (*++p) {
      case 'd': //текущия аргумент е int
        ival = va_arg(ap, int);
        printf("%d", ival);
        break;
      case 'f': //текущия аргумент е double
        dval = va_arg(ap, double);
        printf("%f", dval);
        break;
      case 's': //текущия аргумент е char *
        for (sval = va_arg(ap, char *); *sval; sval++)
            putchar(*sval);
        break;
      default:
        putchar(*p);
        break;
    }
  }
  va_end(ap); /* освобождаваме памет и др. */
}
```

scanf()$_1$

```
int scanf(char *format, ...);
```

- Аналог на printf(), за въвеждане на данни от стандартния вход
- **`format`** ползва сходен формат като при printf()
- Неименуваните аргументи трябва да са указатели! В тях се записват съответните данни
- Връща броя на успешно прочетените аргументи (не брой символи) или константата **`EOF`**, ако е достигнат край на файла

scanf()$_2$

```
int scanf(char *format, ...);
```

- Ако някой аргумент не съвпадне по тип, **`scanf()`** спира да въвежда данни
- Повторното извикване продължава след последния успешно преобразуван елемент
- Съвместима е с другите функции за въвеждане на данни от стандартния вход

Пример

```
#include <stdio.h>
int main () {
    int a=0, b=0, c=0, ret=0;
    char d = 'a';
    ret = scanf("%d %d %d", &a, &b, &c);
//прочита само 12, тъй като k не е число и спира до него
    printf("ret=%d,a=%d,b=%d,c=%d\n", ret, a, b, c);
//продължава да чете от последния правилно прочетена
//променлива (в случая a) (прочита k 34):
    ret = scanf("%c %d",&d, &c);
    printf("ret=%d,d=%c,c=%d\n", ret, d, c);
}
```

Форматиращ низ$_1$

```
int scanf(char *format, ...);
```

Съдържа:

- Празни символи или интервали, които не се игнорират („**\t**“ „**\n**“ „**\r**“ **vertical tab**, **formfeed**)
- Нормални символи (не **%**), които се очакват да се срещнат в следващите не празени символи

Пример

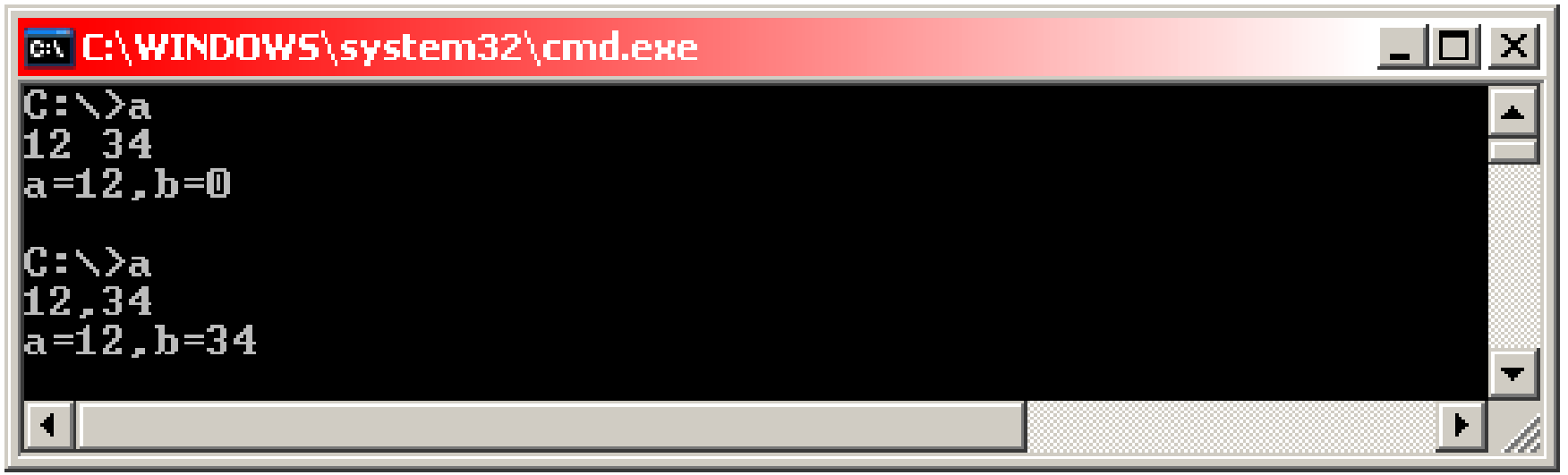
```
#include <stdio.h>
int main () {
    int a=0, b=0;
    scanf("%d %d", &a, &b);//разделител м/у числата е SPACE
    printf("a=%d,b=%d\n", a, b);

    return 0;
}
```

Пример

```
#include <stdio.h>
int main () {
    int a=0, b=0;
    scanf("%d,%d", &a, &b);//разделител м/у числата е ,
    printf("a=%d,b=%d\n", a, b);

    return 0;
}
```



Форматиращ низ$_2$

```
int scanf(char *format, ...);
```

Съдържа:

- Спецификатори, започващи с **%**, след което незадължителни ***** (оказващ че преобразуващият елемент няма да се запише в променлива от списъка **arg1,arg2,...** - ще се пропусне), число за максимална дължина и тип на аргумента (указател към какъв тип е съответния **arg1, arg2, ...**)

Пример

```
#include <stdio.h>
int main () {
    int a, b, ret;
    ret = scanf("%d %*c %d", &a, &b);
//има само два аргумента (a и b, a %*c не се записва никъде)!

/* ret = 2 - успешно са променени стойностите и на двете
променливи (a и b) */
    printf("ret = %d, a = %d, b = %d\n", ret, a, b);

    return 0;
}
```

Тип на аргумента$_1$

- **`d`** – **`int *`**, десетично число
- **`i`** – **`int *`**, число, което може да е в 8 бройна система (ако започва с **`0`**), или 16 (с **`0x`** или **`0X`**)
- **`o`** – **`int *`**, число в 8 бройна система
- **`x`** – **`int *`**, число в 16 бройна система
- **`u`** – **`unsigned int *`**, десетично число без знак
- **`c`** – **`char *`**, символи (по подразбиране на брой 1), дори и празни (освен при **`%1c`**)
- **`s`** – **`char *`**, низ, достатъчно дълъг и за **`'\0'`**
- **`e, f, g`** – **`float *`**, възможност за знак, десетична точка и експонента
- **`%`** - символът **`%`**, не се прави преобразуване

Тип на аргумента$_2$

- Пред символите **`d, i, o, u`** и **`x`** може да се постави **`h`**, за да се окаже, че указателя е към **`short`** на съответния тип (т.е. **`short int *`**)
- Пред символите **`d, i, o, u`** и **`x`** може да се постави **`l`**, за да се окаже, че указателя е към **`long`** на съответния тип (т.е. **`long int *`**)

Пример

```
#include <stdio.h>
main() { /* сумматор */
   double sum, v;
   sum = 0;
   while (scanf("%lf", &v) == 1) {
      printf("\t%.2f\n", sum += v);
   }

   return 0;
}
```

Пример

- Ако искаме да прочетем дата във формат:

22 февруари 2007:

```
int day, year;
char monthname[20];
scanf("%d %s %d", &day, monthname, &year);
```

monthname е указател и за това няма * пред него!

- Ако искаме да прочетем дата във формат:

22/02/2007:

```
int day, month, year;
scanf("%d/%d/%d", &day, &month, &year);
```

sscanf()

```
int sscanf(char *string, char *format, arg1, arg2, ...)
```

- Като **`scanf()`**, но не въвежда от клавиатурата, а от променливата **`string`**
- **`arg1, arg2, ...`** са указатели, в които се записват съответните данни!

Пример

```
//ако не знаем в какъв формат е въведена датата
while (getline(line, sizeof(line)) > 0) {
  if (sscanf(line, "%d %s %d", &day, monthname, &year) == 3)
    printf("valid: %s\n", line); /* 22 февруари 2007 */
  else if (sscanf(line, "%d/%d/%d", &day, &month, &year) == 3)
    printf("valid: %s\n", line); /* dd/mm/yy */
  else
    printf("invalid: %s\n", line); /* грешен формат */
}
```

Често срещана грешка

- Списъка с аргументи трябва да е от указатели!

```
//често се пише:
scanf("%d", n);//ГРЕШНО!!!
//вместо:
scanf("%d", &n);
```

Работа с файлове

- Преди да можем да записваме или четем от файл трябва той да бъде отворен със съответните права (за запис или четене)
- След като приключим работата с файла той трябва да бъде затворен
- За работа с файлове се използва така наречения файлов указател (**`file pointer`**): **`FILE *`**, описан в **`<stdio.h>`**

Отваряне на файл$_1$

```
FILE *fopen(char *name, char *mode);
```

- Връща файловия указател, с който по-късно можем да манипулираме файла или **`NULL`** ако възникне грешка
- Като аргументи получава име на файл и режим на достъп
- Режимът на достъп може да бъде четене (**`"r"`**), запис (**`"w"`**) и добавяне (**`"a"`**). Някои системи различават работата с текстов и двоичен файл и за последния се добавя **`"b"`** (т.е. режимът е **`"rb"`**, **`"wb"`**, **`"ab"`**)

Отваряне на файл$_2$

```
FILE *fopen(char *name, char *mode);
```

- Ако файлът не съществува и го отваряме за запис или добавяне то той бива създаден (ако е възможно)
- Ако отваряме съществуващ файл за запис старото му съдържание се изтрива
- Ако отваряме съществуващ файл за добавяне старото му съдържание се запазва, новото се добавя към края на файла
- Ако отваряме за четене несъществуващ файл или нямаме права за достъп върху него възниква грешка и **`fopen()`** връща **`NULL`**

Пример

```
#include <stdio.h>
#define FILENAME "data.txt"
int main() {
   FILE *fp;
   //отваряме файла
   fp = fopen(FILENAME, "r");
   if (fp == NULL) {
      printf("error occured while opening %s", FILENAME);
      return -1;
   }

   //... четене от файла fp ...

   //затваряме файла:
   fclose(fp);
   return 0;
}
```

Четене и запис на символ

```
int getc(FILE *fp);
int putc(int c, FILE *fp);
```

- **`getc()`** връща следващия символ от файла **`fp`** или **`EOF`** ако се стигне до края му или възникне грешка
- **`putc()`** записва символа **`c`** във файла **`fp`** и го връща като резултат. Ако възникне грешка по време на записа функцията връща **`EOF`**
- Както **`getchar()`** и **`putchar()`**, така и **`getc()`** и **`putc()`** могат да са реализирани като макроси

Стандартни файлове

`stdin, stdout, stderr`

- При стартирането на програма операционната система отваря три файла:
  - Стандартен вход (**`stdin`**)
  - Стандартен изход (**`stdout`**)
  - Стандартна грешка (**`stderr`**)
- По подразбиране **`stdin`** е свързан към клавиатурата, **`stdout`** и **`stderr`** към екрана
- **`stdin`** и **`stdout`** могат да бъдат пренасочени преди стартирането на програмата, но не могат да бъдат променяни по време на изпълнение (те са константи)
- **`stdin`**, **`stdout`** и **`stderr`** са описани в **`<stdio.h>`**

Пример

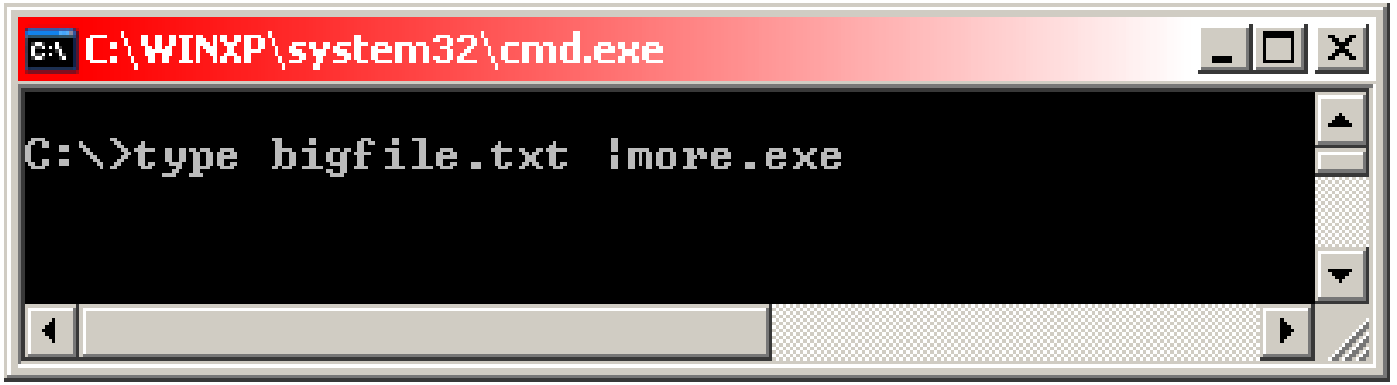
```
//функциите getchar() и putchar() могат да се дефинират
//като макроси по следния начин:

#define getchar() getc(stdin)
#define putchar(c) putc((c), stdout)

//stdin е стандартния вход, stdout – стандартния изход
```

Пренасочване на стандартния вход и изход

Това е функция на операционната система.
При Linux, Windows и DOS:



Пример$_1$

```
#include <stdio.h>
//копира файлове, подадени като аргументи в командния ред
//върху стандартния изход. Използване: cat.exe file1 file2 ...
int main(int argc, char *argv[]) {
   FILE *fp;
   void filecopy(FILE *, FILE *);//по-долу е дефинирана

   if (argc == 1) //няма аргументи–ще ползваме стдандарт. вход
      filecopy(stdin, stdout);//копираме stdin в stdout
   else  //имаме аргументи в командния ред – обхождаме ги:
      while(--argc > 0)
         if ((fp = fopen(*++argv, "r")) == NULL) {
            printf("cat: can't open %s\n", *argv);
            return 1;//връщаме грешка
         } else {//файлът е отворен успешно
            filecopy(fp, stdout);//копираме го в изхода
            fclose(fp);          //затваряме файла
         }
   return 0;
}
```

Пример$_2$

```
/* filecopy: копира файла ifp в ofp */
void filecopy(FILE *ifp, FILE *ofp) {
   int c;
   while ((c = getc(ifp)) != EOF) {
                //докато има символи за четене – четем от ifp
      putc(c, ofp);              //записва поредния символ в ofp
   }
}
```

Форматиран вход и изход във файл

```
int fscanf(FILE *fp, char *format, ...);
int fprintf(FILE *fp, char *format, ...);
```

- Същите като **`scanf()`** и **`printf()`**, но с един аргумент повече – файловият указател, от който да се извършва четене/запис

Затваряне на файл

```
int fclose(FILE *fp);
```

- Затваря файл и освобождава използваните ресурси
- Записва буферираните данни във файла
- Добра практика е файлът да се затваря веднага след като сме приключили работата си с него и да се отваря непосредствено преди първото действие с него, а не да е отворен без да се ползва
- Извиква се автоматично за всеки един отворен файл при успешно завършване на приложението, но е силно препоръчително да се извиква явно!!!
- Повечето ОС имат лимит на отворените файлове

Обработка на грешки – stderr и exit()

```
void exit(int code);
```

- За извеждане на предупредителни съобщения и грешки се използва **`stderr`**. Така те могат да бъдат забелзязани по-лесно от потребителя
- Функцията **`exit()`** се използва за изход от програмата. С аргумента **`code`** се предоставя възможност приложението да съобщи дали успешно е прилкючило своята работа или е възникнала грешка
- По конвенция число различно от `0` сигнализира за грешка, `0` – за успешно завършване

Пример

```
#include <stdio.h>
int main(int argc, char *argv[]) {
    FILE *fp;
    void filecopy(FILE *, FILE *);
    char *prog = argv[0]; /* program name for errors */
    if (argc == 1 ) /* no args; copy standard input */
       filecopy(stdin, stdout);
    else
     while (--argc > 0)
      if ((fp = fopen(*++argv, "r")) == NULL) {
        fprintf(stderr, "%s: can't open %s\n", prog, *argv);
        exit(1);
      } else {
          filecopy(fp, stdout);
          fclose(fp);
      }
      if (ferror(stdout)) {
        fprintf(stderr, "%s: error writing stdout\n", prog);
        exit(2);
      }
    exit(0);
}
```

Други функции за грешки при работа с файлове

```
int ferror(FILE *fp);
int feof(FILE *fp);
```

- **`ferror()`** проверява дали са възникнали грешки при четене/запис на **`fp`**, връща `0` ако няма грешки, иначе число различно от `0` (например няма място на диска)
- **`feof()`** проверява дали е достигнат края на **`fp`**, връща `0` ако не е достигнат. Ако е достигнат връща число различно от `0`

Въвеждане и извеждане на редове

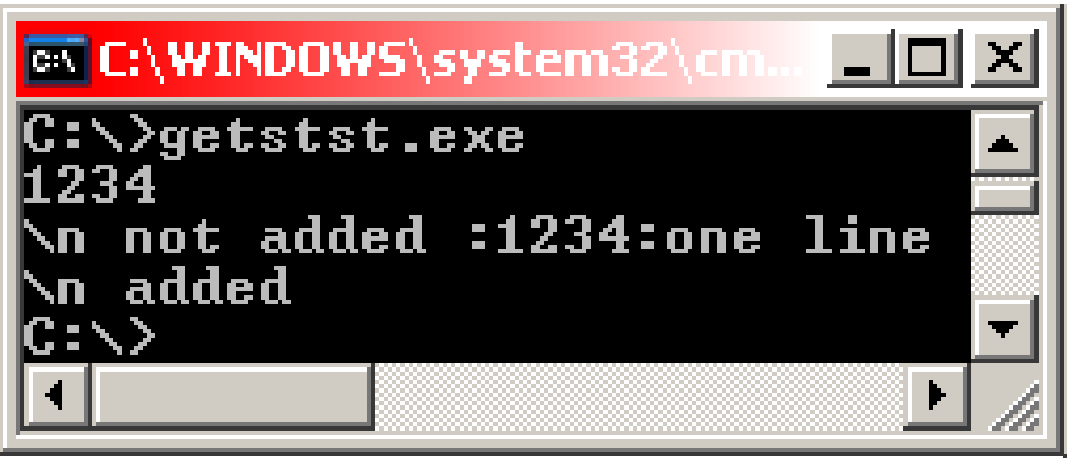
```
char *fgets(char *line, int maxline, FILE *fp);
int fputs(char *line, FILE *fp);
```

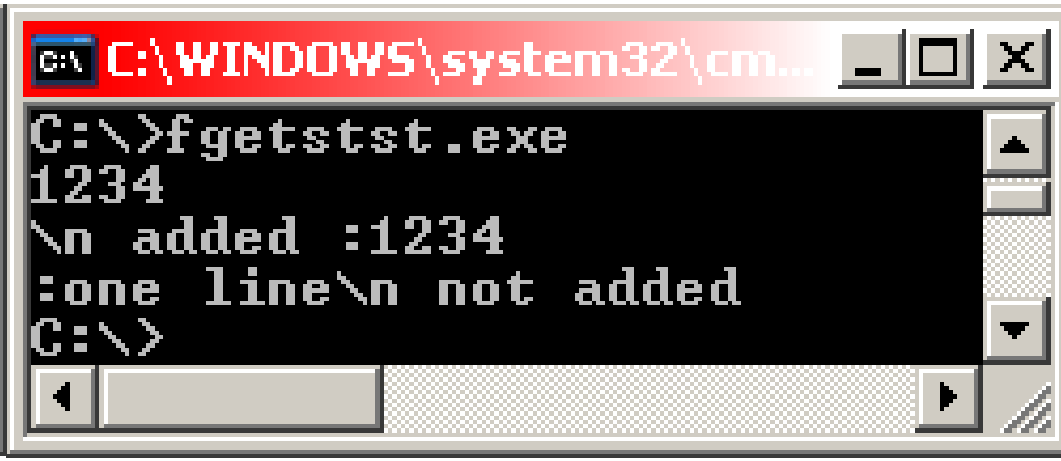
- **`fgets()`** чете цял ред (включително и **`'\n'`** накрая), но не повече от **`maxline-1`** символа, от файла **`fp`** и ги записва в **`line`**. Поставя **`'\0'`** на края на **`line`**. Връща **`line`** или **`NULL`** при край на файл или грешка
- **`fputs()`** извежда **`line`** в **`fp`**, връща **`EOF`** при грешка. Ако всичко е нормално връща положително число
- Функциите **`gets()`** и **`puts()`** ползват **`stdout`** и **`stdin`**. Разликата е, че **`gets()`** маха **`'\n'`** от **`line`**, а **`puts()`** слага **`'\n'`** след като изведе **`line`**

Пример

```
#include <stdio.h>
int main () {
 char s[50];
 gets(s);
 printf("\\n not added:%s:",s);
 puts("one line");
 printf("\\n added");
 return 0;
}
```

```
#include <stdio.h>
int main () {
  char s[50];
  fgets(s, 50, stdin);
  printf("\\n added :%s:", s);
  fputs("one line", stdout);
  printf("\\n not added");
   return 0;
}
```





gets()

```
char *gets(char *line);
```

- **`gets()`** записва в **`line`** всички символи от стандартния вход, докато не срещне нов ред
- Не е препоръчително да се ползва функцията **`gets()`**, защото няма начин да се зададат максималният брой символи, които да се прочетат – може да продължи да пише в паметта и след края на променливата **`line`**

```
> gcc getstst.c
/tmp/cckTxiYM.o: In function `main':
getstst.c:(.text+0x17): warning: the `gets' function is
 dangerous and should not be used.
```

Операции с низове (string.h)

- strcat(s,t) добавя t към края на s
- strncat(s,t,n) добавя n символа от t в края на s
- strcmp(s,t) сравнява низове. Връща 0<, 0 или >0, съответно за s < t, s == t, s > t
- strncmp(s,t,n) като strcmp(), но за първите n символа
- strcpy(s,t) копира t в s
- strncpy(s,t,n) копира най-много n символа от t в s
- strlen(s) връща дължината на s
- strchr(s,c) връща указател към първия символ c в низа s или NULL ако не е срещнат
- strrchr(s,c) връща указател към последния символ c в низа s или NULL ако не е срещнат

Операции със символи (ctype.h)

Тези функции връщат int, който е както следва:

- isalpha(c) !0 ако c е буква, 0 - ако не е буква
- isupper(c) !0 ако c е главна буква, 0 – ако е малка
- islower(c) !0 ако c е малка буква, 0 – ако е главна
- isdigit(c) !0 ако c е цифра, 0 – ако не е цифра
- isalnum(c) !0 ако c е цифра или буква, 0 – вс. останало
- isspace(c) !0 ако c е интервал, tab, newline, return, formfeed, vertical tab
- toupper(c) връща c като главна буква или самото c, ако то не е буква
- tolower(c) връща c като малка буква