



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

---

ФАКУЛЬТЕТ «Информатика и системы управления»

---

КАФЕДРА «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»

---

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

Дисциплина \_\_\_\_\_ Операционные системы

Тема \_\_\_\_\_ Буферизованный и небуферизованный ввод-вывод

Студент \_\_\_\_\_ Набиев Ф.М.

Группа \_\_\_\_\_ ИУ7-63Б

Оценка (баллы) \_\_\_\_\_

Преподаватель \_\_\_\_\_ Рязанова Н.Ю.

Москва, 2020 г.

## 1 Задание №1

В листинге 1.1 приведён текст первой программы.

Листинг 1.1 – Текст первой программы

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <fcntl.h>
3 #include <errno.h>
4 #include <unistd.h>
5 #include <stdlib.h>
6 #include <string.h>
7
8 int main(void)
9 {
10     char c;
11     char buff1[20];
12     char buff2[20];
13     int flag1, flag2;
14
15     int fd = open("alphabet.txt", O_RDONLY);
16     if (fd == -1)
17     {
18         fprintf(stderr, "%s: %s\n", "open alphabet.txt", strerror(errno));
19         exit(1);
20     }
21
22     FILE *fs1 = fdopen(fd, "r");
23     if (!fs1)
24     {
25         fprintf(stderr, "first fdopen %d: %s\n", fd, strerror(errno));
26         exit(1);
27     }
28     setvbuf(fs1, buff1, _IOFBF, 20);
29     FILE *fs2 = fdopen(fd, "r");
30     if (!fs2)
31     {
32         fprintf(stderr, "second fdopen %d: %s\n", fd, strerror(errno));
33         exit(1);
34     }
35     setvbuf(fs2, buff2, _IOFBF, 20);
36
37     flag1 = flag2 = 1;
38     while(flag1 == 1 || flag2 == 1)
39     {
40         flag1 = fscanf(fs1, "%c", &c);
41         if (flag1 == 1)
42             fprintf(stdout, "%c", c);
```

```

43
44     flag2 = fscanf(fs2, "%c", &c);
45     if (flag2 == 1)
46         fprintf(stdout, "%c", c);
47 }
48
49 close(fd);
50
51 return 0;
52 }

```

На рисунке 1.1 изображён результат работы этой программы.

```

$ ./a.out && echo '\n'
Aubvcwdxeyfzghijklmnopqrst

```

Рис. 1.1 – Результат работы первой программы

В рассматриваемой программе в результате вызова системного вызова `open` создается новый дескриптор файла, который открывается только на чтение. Так же создается запись в системной таблице открытых файлов. Текущая позиция устанавливается на начало файла.

Далее функция `fdopen` в результате двух вызовов создает два разных объекта структуры `FILE` — два потока ввода, ссылающихся на один ранее созданный файловый дескриптор, а функция `setvbuf` устанавливает блочную буферизацию размером 20 байт для этих потоков.

При первом вызове `fscanf`, то есть при первой операции чтения из файла, происходит заполнения буфера содержимым файла до тех пор, пока в нем есть место или пока не будет достигнут конец файла. Так как оба потока ссылаются на один и тот же файловый дескриптор (а значит и на одну и ту же запись в системной таблице открытых файлов) и размер каждого буфера равен 20 байт, то в первый в порядке чтения буфер будет записано первые 20 символов файла, а во второй — оставшиеся 6.

Таким образом, на экран выводится строка, состоящая из символов, поочередно выведенных из первого и из второго буферов.

На рисунке 1.2 изображена связь между созданными дескрипторами.

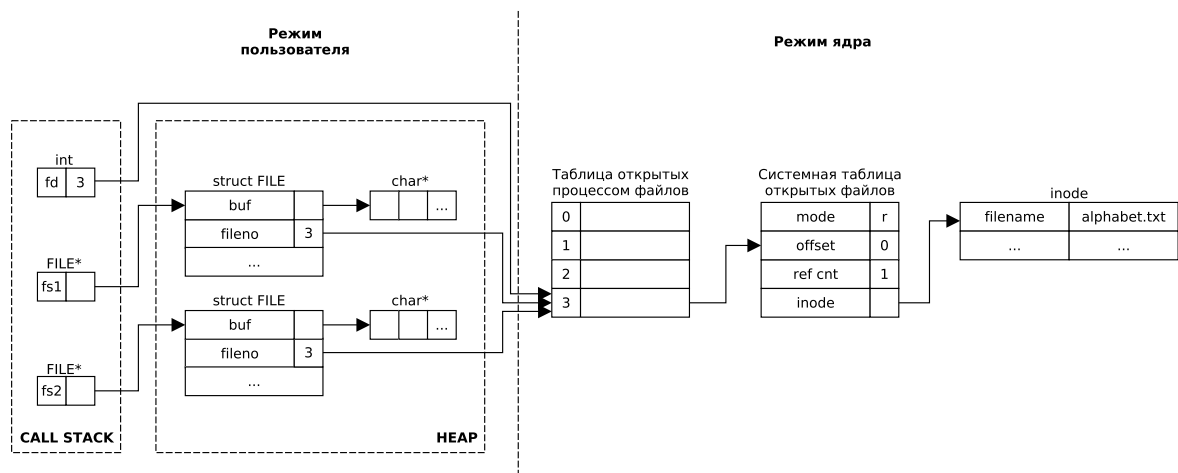


Рис. 1.2 – Связь между дескрипторами

## 2 Задание №2

В листинге 2.1 приведён текст второй программы.

Листинг 2.1 – Текст второй программы

```
1 #include <fcntl.h>
2 #include <errno.h>
3 #include <stdio.h>
4 #include <unistd.h>
5 #include <stdlib.h>
6 #include <string.h>
7
8 int main(void)
9 {
10     char c;
11     int flag1, flag2;
12
13     int fd1 = open("alphabet.txt", O_RDONLY);
14     if (fd1 == -1)
15     {
16         fprintf(stderr, "%s: %s\n", "first open alphabet.txt",
17             strerror(errno));
18         exit(1);
19     }
20     int fd2 = open("alphabet.txt", O_RDONLY);
21     if (fd2 == -1)
22     {
23         fprintf(stderr, "%s: %s\n", "second open alphabet.txt",
24             strerror(errno));
25         exit(1);
26     }
27
28     do
29     {
30         if ((flag1 = read(fd1, &c, 1)))
31             write(1, &c, 1);
32
33         if ((flag2 = read(fd2, &c, 1)))
34             write(1, &c, 1);
35     }
36     while (flag1 || flag2);
37
38     close(fd1);
39     close(fd2);
40
41     return 0;
42 }
```

На рисунке 2.1 изображён результат работы второй программы.

```
$ ./a.out && echo '\n'
AAbbccddeeffgghhiijjkkllmmnnooppqrrssttuuvvwwxxyyzz
```

Рис. 2.1 – Результат работы второй программы

В результате двух последовательных вызовов `open` создаются два разных дескриптора одного файла, который оба раза открывается на чтение, и две записи в системной таблице открытых файлов. Каждому дескриптору соответствует своя текущая позиция в файле.

Таким образом получается, что на каждой итерации цикла два раза происходит чтение одного и того же символа из файла при помощи разных файловых дескрипторов. Следовательно, на каждой итерации цикла выводится два одинаковых символа.

На рисунке 2.2 изображена связь между созданными дескрипторами.

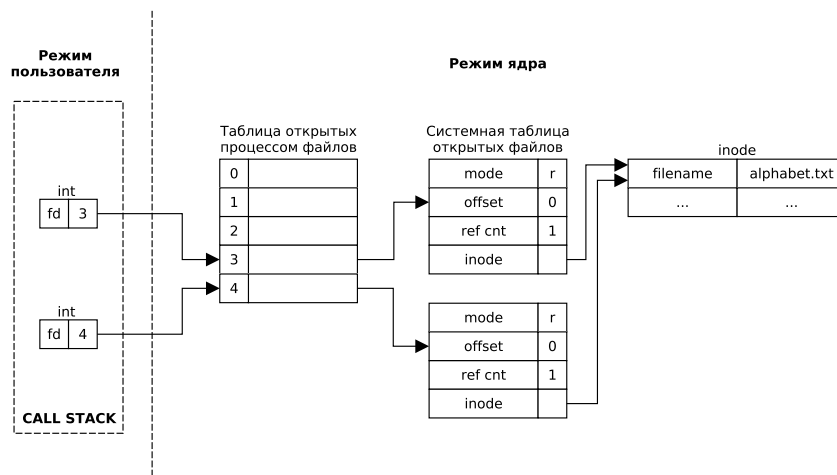


Рис. 2.2 – Связь между дескрипторами

### 3 Задание №3

В листинге 3.1 приведён текст третьей программы.

Листинг 3.1 – Текст третьей программы

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <errno.h>
3 #include <stdlib.h>
4 #include <string.h>
5
6 int main(void)
7 {
8     FILE *fss[2];
9     const char alphabet[] = "Abcdefghijklmnopqrstuvwxyz";
10
11     fss[0] = fopen("out.txt", "wr");
12     if (!fss[0])
13     {
14         fprintf(stderr, "first fopen: %s\n", strerror(errno));
15         exit(1);
16     }
17     fss[1] = fopen("out.txt", "wr");
18     if (!fss[1])
19     {
20         fprintf(stderr, "second fopen: %s\n", strerror(errno));
21         exit(1);
22     }
23
24     for (int i = 0; i < sizeof(alphabet)-1; ++i)
25         fprintf(fss[i % 2], "%c", alphabet[i]);
26
27     fclose(fss[0]);
28     fclose(fss[1]);
29
30     return 0;
31 }
```

На рисунке 3.1 изображён результат работы третьей программы.

```
$ ./a.out
$ cat out.txt && echo '\n'
bdfhjlnprtvxz
```

Рис. 3.1 – Результат работы третьей программы

В результате двух последовательных вызовов `fopen` создаётся два

потока на запись. Эти потоки ссылаются на различные файловые дескрипторы, а значит они имеют разные указатели на текущую позицию в файле.

Так как `fork` создаёт поток, ввод-вывод для которого выполняется с буферизацией, запись непосредственно в файл осуществляется только при вызове функции `fclose`, `fflush`, либо при полном заполнении буфера.

На каждой итерации цикла символы с чётными индексами записываются в буфер первого потока, а с нечётными — второго.

Далее происходят два последовательных вызова `fclose` для обоих потоков. Так как данные потоки были открыты на запись, эта функция принудительно запишет данные из буфера соответствующего потока в файл, используя функцию `fflush`. При этом данные, записанные файл из второго потока, перезапишут данные, записанные в файл из первого.

На рисунке 3.2 изображена связь между созданными дескрипторами.

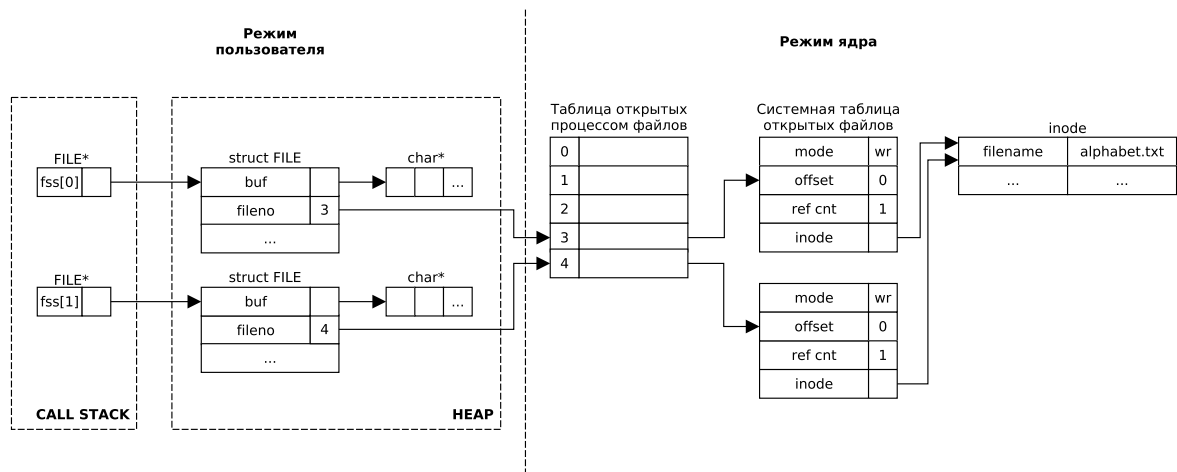


Рис. 3.2 – Связь между дескрипторами



## 4 Структура FILE

В листинге 4.1 приведено определение структуры FILE.

### Листинг 4.1 – Структура FILE

```
1 // /usr/include/x86_64-linux-gnu/bits/types/FILE.h
2 #ifndef __FILE_defined
3 #define __FILE_defined 1
4
5 struct _IO_FILE;
6
7 /* The opaque type of streams. This is the definition used elsewhere. */
8 typedef struct _IO_FILE FILE;
9
10 #endif
11
12 // /usr/include/x86_64-linux-gnu/bits/types/struct_FILE.h
13 /* Copyright (C) 1991–2018 Free Software Foundation, Inc.
14    This file is part of the GNU C Library.
15
16    The GNU C Library is free software; you can redistribute it and/or
17    modify it under the terms of the GNU Lesser General Public
18    License as published by the Free Software Foundation; either
19    version 2.1 of the License, or (at your option) any later version.
20
21    The GNU C Library is distributed in the hope that it will be useful,
22    but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
23    MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the GNU
24    Lesser General Public License for more details.
25
26    You should have received a copy of the GNU Lesser General Public
27    License along with the GNU C Library; if not, see
28    <http://www.gnu.org/licenses/>. */
29
30 #ifndef __struct_FILE_defined
31 #define __struct_FILE_defined 1
32 // ...
33 /* The tag name of this struct is _IO_FILE to preserve historic
34    C++ mangled names for functions taking FILE* arguments.
35    That name should not be used in new code. */
36 struct _IO_FILE
37 {
38     int _flags;          /* High-order word is _IO_MAGIC; rest is flags. */
39
40     /* The following pointers correspond to the C++ streambuf protocol. */
41     char *_IO_read_ptr;  /* Current read pointer */
42     char *_IO_read_end;  /* End of get area. */
```

```

43  char *_IO_read_base; /* Start of putback+get area. */
44  char *_IO_write_base; /* Start of put area. */
45  char *_IO_write_ptr; /* Current put pointer. */
46  char *_IO_write_end; /* End of put area. */
47  char *_IO_buf_base; /* Start of reserve area. */
48  char *_IO_buf_end; /* End of reserve area. */
49
50  /* The following fields are used to support backing up and undo. */
51  char *_IO_save_base; /* Pointer to start of non-current get area. */
52  char *_IO_backup_base;
53  /* Pointer to first valid character of backup area */
54  char *_IO_save_end; /* Pointer to end of non-current get area. */
55
56  struct _IO_marker *_markers;
57
58  struct _IO_FILE *_chain;
59
60  int _fileno;
61  int _flags2;
62  __off_t _old_offset; /* This used to be _offset but it's too small. */
63
64  /* 1+column number of pbase(); 0 is unknown. */
65  unsigned short _cur_column;
66  signed char _vtable_offset;
67  char _shortbuf[1];
68
69  _IO_lock_t *_lock;
70 #ifdef _IO_USE_OLD_IO_FILE
71 };
72
73 struct _IO_FILE_complete
74 {
75     struct _IO_FILE _file;
76 #endif
77     __off64_t _offset;
78     /* Wide character stream stuff. */
79     struct _IO_codecvt *_codecvt;
80     struct _IO_wide_data *_wide_data;
81     struct _IO_FILE *_freeres_list;
82     void *_freeres_buf;
83     size_t __pad5;
84     int _mode;
85     /* Make sure we don't get into trouble again. */
86     char _unused2[15 * sizeof (int) - 4 * sizeof (void *) - sizeof (size_t)];
87 };
88 // ...
89 #endif

```