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»

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ «09.03.04 Программная инженерия»

ОТЧЕТ

ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №7

Название: Буферизованный и не буферизованный ввод-вывод

Дисциплина: Операционные системы

Студент	ИУ7-66Б		А.Д. Ковель
	Группа	Подпись, дата	И. О. Фамилия
Преподаватель			Н. Ю. Рязанова
		Подпись, дата	И. О. Фамилия

Москва, 2023 г.

Структура FILE

```
typedef struct _IO_FILE FILE;
struct _IO_FILE
{
  int _flags;           /* High-order word is _IO_MAGIC; rest is flags. */

  /* The following pointers correspond to the C++ streambuf protocol. */
  char *_IO_read_ptr;   /* Current read pointer */
  char *_IO_read_end;   /* End of get area. */
  char *_IO_read_base;  /* Start of putback+get area. */
  char *_IO_write_base; /* Start of put area. */
  char *_IO_write_ptr;  /* Current put pointer. */
  char *_IO_write_end;  /* End of put area. */
  char *_IO_buf_base;   /* Start of reserve area. */
  char *_IO_buf_end;    /* End of reserve area. */

/* The following fields are used to support backing up and undo. */
  char *_IO_save_base; /* Pointer to start of non-current get area. */
  char *_IO_backup_base;  /* Pointer to first valid character of backup area */
  char *_IO_save_end; /* Pointer to end of non-current get area. */

  struct _IO_marker *_markers;

  struct _IO_FILE *_chain;

  int _fileno;
  int _flags2;
  __off_t _old_offset; /* This used to be _offset but it's too small.  */

/* 1+column number of pbase(); 0 is unknown. */
  unsigned short _cur_column;
  signed char _vtable_offset;
  char _shortbuf[1];

  _IO_lock_t *_lock;
  #ifdef _IO_USE_OLD_IO_FILE
};
```

Программа №1

```c
#include <fcntl.h>
#include <stdio.h>

int main() {
  // have kernel open connection to file alphabet.txt
  int fd = open("alphabet.txt", O_RDONLY);

  // create two a C I/O buffered streams using the above connection
  FILE *fs1 = fdopen(fd, "r");
  char buff1[20];
  setvbuf(fs1, buff1, _IOFBF, 20);

  FILE *fs2 = fdopen(fd, "r");
  char buff2[20];
  setvbuf(fs2, buff2, _IOFBF, 20);

  // read a char & write it alternatingly from fs1 and fs2
  int flag1 = 1, flag2 = 2;
  while (flag1 == 1 || flag2 == 1) {
    char c;

    flag1 = fscanf(fs1, "%c", &c);
    if (flag1 == 1) fprintf(stdout, "%c", c);

    flag2 = fscanf(fs2, "%c", &c);
    if (flag2 == 1) fprintf(stdout, "%c", c);
  }

  return 0;
}
```

Результат работы программы: aubvcwdxeyfzghijklmnopqrst%

Программа с дополнительным потоком:

```c
#include <fcntl.h>
#include <pthread.h>
#include <stdio.h>

void *thread_routine(void *fd) {
        int flag = 1;
        char c;

        FILE *fs = fdopen(*((int *)fd), "r");
        char buf[20];
        setvbuf(fs, buf, _IOFBF, 20);

        while (flag == 1) {
                flag = fscanf(fs, "%c", &c);
                if (flag == 1) {
                        fprintf(stdout, "%c\n", c);
                }
        }
}

int main(void) {
        int fd = open("alphabet.txt", O_RDONLY);

        FILE *fs = fdopen(fd, "r");
        char buf[20];
        setvbuf(fs, buf, _IOFBF, 20);

        pthread_t thr_worker;

        pthread_create(&thr_worker, NULL, thread_routine, &fd);

        int flag = 1;
        char c;
        while (flag == 1) {
                flag = fscanf(fs, "%c", &c);
                if (flag == 1) {
                        fprintf(stdout, "%c\n", c);
                }
        }
        pthread_join(thr_worker, NULL);
        return 0;
}
```

Результат работы программы: abcdefghijklmnopqrstuvwxyz%

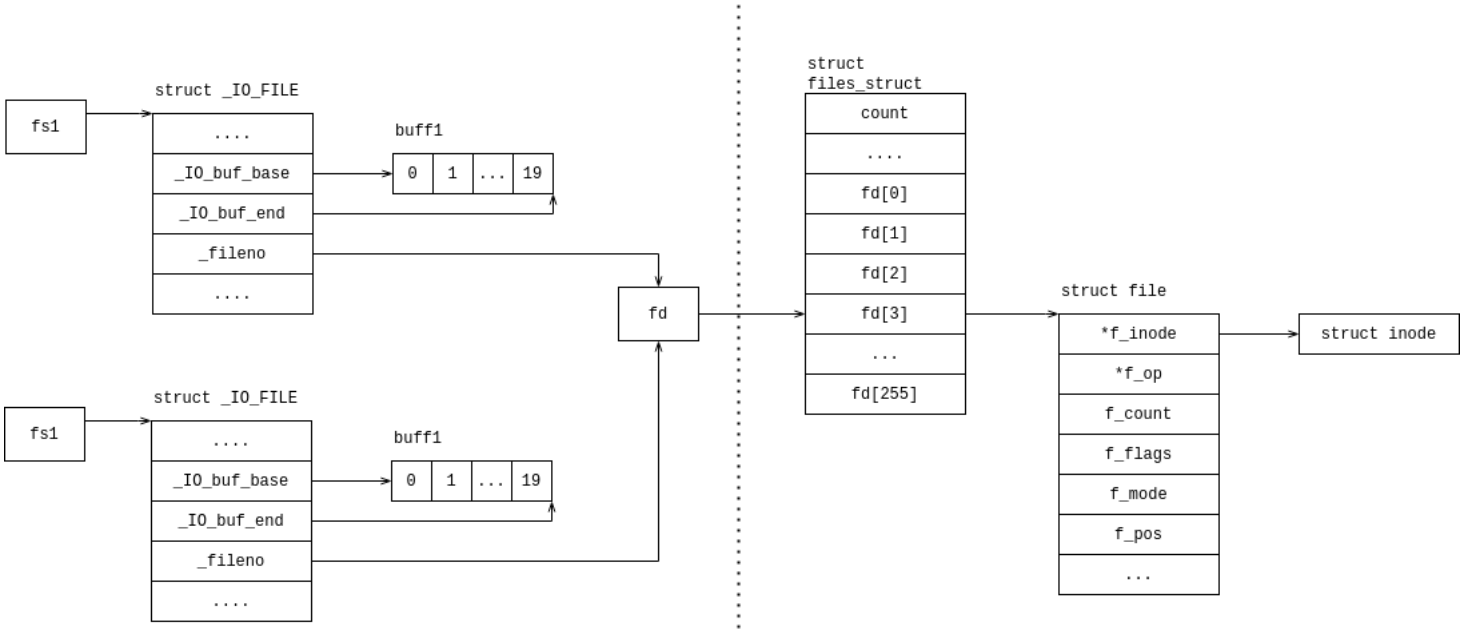
С помощью системного вызова open() создается дескриптор открытого только для чтения файла. Системный вызов open() возвращает индекс в массиве fd структуры files_struct. fdopen() создает экземпляры структуры типа FILE(fs1 и fs2), которые ссылаются на дескриптор, созданный системным вызовом open. Далее создаются буферы buff1 и buff2 размером 20 байт. Для дескрипторов fs1 и fs2 помощью setbuv задаются соответствующие буферы и тип буферизации _IOFBF(полная буферизация).

Далее fscanf() выполняется в цикле поочерёдно для fs1 и fs2. Так как установлена полная буферизация, то при первом вызове fscanf() буфер будет заполнен полностью либо вплоть до конца файла, а f_pos установится на следующий за последним записанным в буфер символ.

При первом вызове fscanf(fs1,"%c &c); в буфер buff1 считаются первые 20 символов (abcdefghijklmnopqrst), в переменную с записывается, а затем выводится с помощью fprintf, символ 'a'. При первом вызове fscanf(fs2,"%c &c);, в буфер buff2 считываются оставшиеся в файле символы – uvwxyz (в переменную с записывается символ 'u').

Внутри цикла будут поочередно выводится символы из buff1 и buff2 до тех пор, пока символы в одном из буферов не закончатся. Тогда на экран будут последовательно выведены оставшиеся символы из другого буфера.

Связь структур:



Программа №2

```c
#include <fcntl.h>
#include <unistd.h>

int main() {
  int fd1 = open("alphabet.txt", O_RDONLY);
  int fd2 = open("alphabet.txt", O_RDONLY);

  char c;

  while (read(fd1, &c, 1) == 1 && read(fd2, &c, 1) == 1) {
    write(1, &c, 1);
    write(1, &c, 1);
  }

  return 0;
}
```

Результат работы программы:

aabbccddeeffgghhiijjkkllmmnnooppqqrrssttuuvvwwxxyyzz%

Программа с дополнительным потоком:

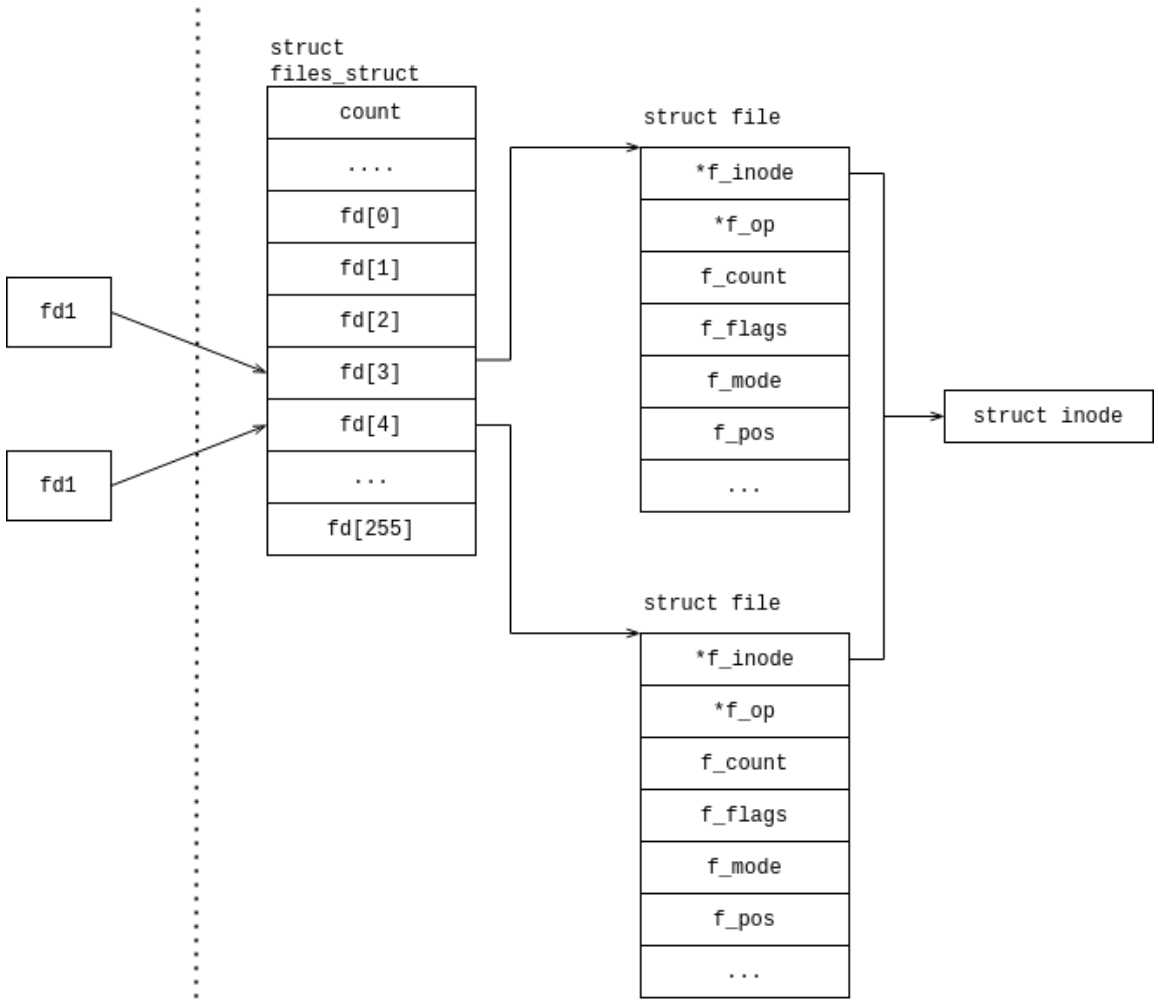
```c
#include <fcntl.h>
#include <pthread.h>
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>

pthread_mutex_t mux;

void *thread_routine(void *arg) {
  int fd = *((int *)arg);

  int flag = 1;
  char c;

  pthread_mutex_lock(&mux);
  while (flag == 1) {
    flag = read(fd, &c, 1);
    if (flag == 1) write(1, &c, 1);
  }
  pthread_mutex_unlock(&mux);
}

```

```
22 int main() {
23   int fd1 = open("alphabet.txt", O_RDONLY);
24   int fd2 = open("alphabet.txt", O_RDONLY);
25
26   pthread_t thr_worker;
27
28   if (pthread_mutex_init(&mux, NULL) != 0) {
29     printf("can't pthread_mutex_init.\n");
30     return 1;
31   }
32
33   pthread_create(&thr_worker, NULL, thread_routine, &fd1);
34
35   int flag = 1;
36   char c;
37
38   pthread_mutex_lock(&mux);
39   while (flag == 1) {
40     flag = read(fd2, &c, 1);
41     if (flag == 1) write(1, &c, 1);
42   }
43   pthread_mutex_unlock(&mux);
44
45   pthread_join(thr_worker, NULL);
46
47   return 0;
48 }
```

Результат работы программы: abcdefghijklmnopqrstuvwxyzabcdefghijklmnopqrstuvwxyz%

В программе один и тот же файл открыт 2 раза для чтения. При вызове системного вызова open() создается дескриптор файла в системной таблице файлов, открытых процессом и запись в системной таблице открытых файлов. Так как в данном случае файл открывается 2 раза, то в таблице открытых процессом файлов будет 2 дескриптора и каждый такой дескриптор имеет собственный f_pos. По этой причине чтение становится независимым – при вызове read() для обоих дескрипторов по очереди, оба указателя проходят по всем позициям файла, и каждый символ считывается и выводится по два раза. Несмотря на то, что существует 2 дескриптора открытого файла, открывается один и тот же файл, т.е. inode один и тот же.

Связь структур:



Программа №3

Написать программу, которая открывает один и тот же файл два раза с использованием библиотечной функции fopen(). Для этого объявляются два файловых дескриптора. В цикле записать в файл буквы латинского алфавита поочередно передавая функции fprintf() то первый дескриптор, то – второй.

```c
#include <fcntl.h>
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>
int main() {
  FILE *f1 = fopen("out.txt", "w");
  FILE *f2 = fopen("out.txt", "w");
  for (char letr = 'a'; letr < '{'; letr++)
    letr % 2 ? fprintf(f1, "%c", letr) : fprintf(f2, "%c", letr);
  fclose(f2);
  fclose(f1);
  return 0;
}
```

Результат работы программы: **acegikmoqsuwy%**

Файл out.txt открывается функцией fopen() на запись дважды. Создается два дескриптора открытых файлов, две независимые позиции, но с одним и тем же inode. Функция fprintf() (функция записи в файл) самостоятельно создаёт буфер, в который заносимая в файл информация первоначально и помещается. Из буфера информация переписывается в результате трех действий:

1. Информация из буфера записывается в файл когда буфер полон. В этом случае содержимое буфера автоматически переписывается в файл.

2. Если вызван fflush - принудительная запись содержимого в файл.

3. Если вызван fclose.

В данном случае запись в файл происходит в результате вызова функции fclose. При вызове fclose() для fs1 буфер для fs1 записывается в файл. При вызове fclose() для fs2, все содержимое файла очищается, а в файл записывается содержимое буфера для fs2. В итоге произошла утеря данных, в файле окажется только содержимое буфера для fs2.

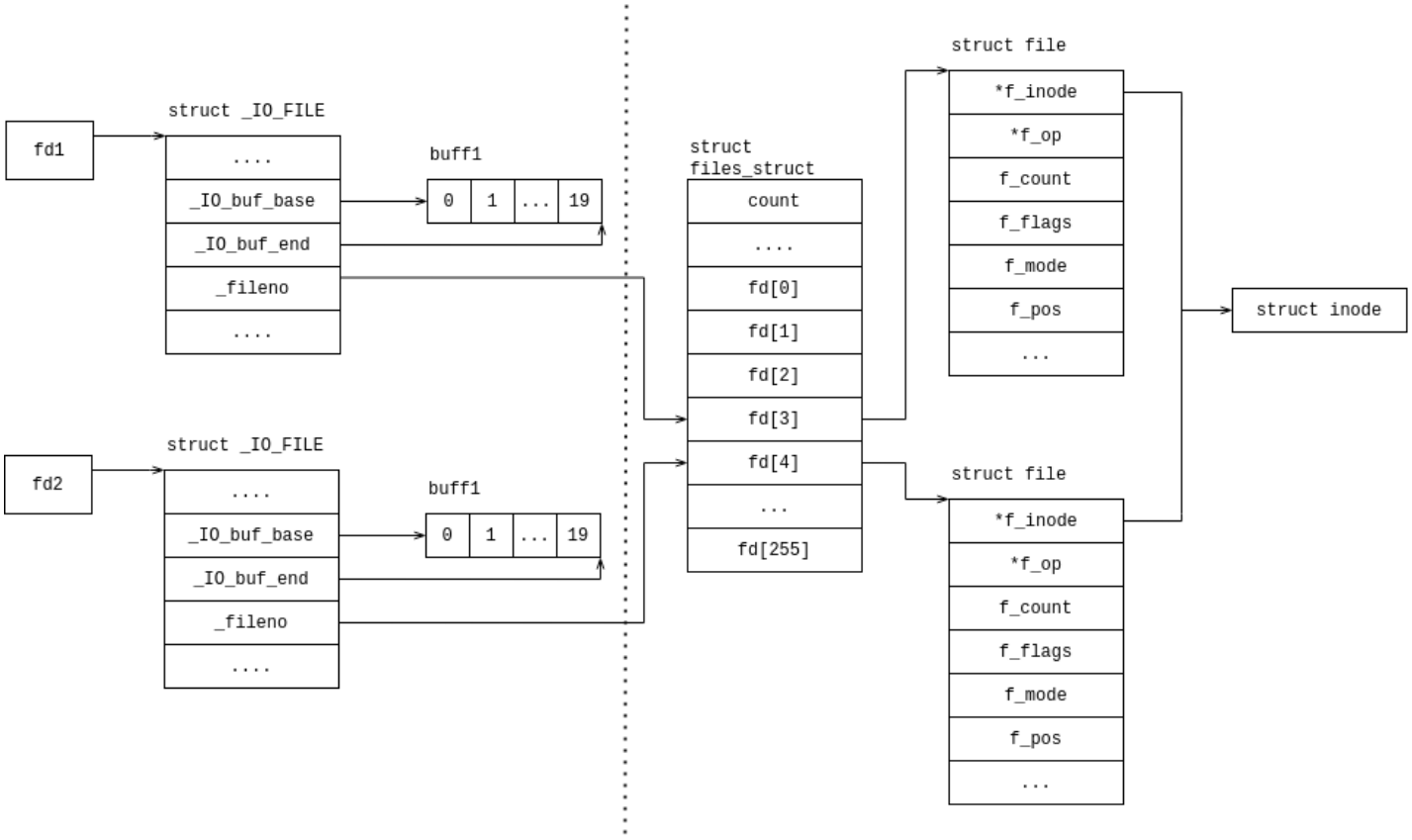
Решение. Необходимо использовать open() с флагом O_APPEND. Если этот флаг установлен, то каждой операции добавления гарантируется неделимость.
Программа с дополнительным потоком:

```c
#include <fcntl.h>
#include <pthread.h>
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>


void *write_buffer(void *args)
{
    FILE *f = fopen("out.txt", "a");


    for (char c = 'b'; c <= 'z'; c += 2)
        fprintf(f, "%c", c);


    fclose(f);
    return NULL;
}


int main()
{
    FILE *f1 = fopen("out.txt", "a");


    pthread_t thread;
    int rc = pthread_create(&thread, NULL, write_buffer, NULL);


    for (char c = 'a'; c <= 'z'; c += 2)
        fprintf(f1, "%c", c);


    pthread_join(thread, NULL);
    fclose(f1);


    return 0;
}
```

Результат работы программы:

acegikmoqsuwyacegikmoqsuwyacegikmoqsuwy%

Связь структур:



Код первой программы с мьютексами:

```c
#include <stdio.h>
#include <fcntl.h>
#include <pthread.h>


typedef struct thread_args
{
  FILE *f;
  pthread_mutex_t *mutex;
} thread_args_t;


void run_thread(thread_args_t *args)
{
  pthread_mutex_lock(args->mutex);
  printf("\nThread 2: ");
  int flag = 1;
  while (flag == 1)
  {
    char c;
    flag = fscanf(args->f,"%c",&c);
    if (flag == 1)
    {
        fprintf(stdout,"%c",c);
    }
```

```
26    }
27    pthread_mutex_unlock(args->mutex);
28  }
29
30
31  int main()
32  {
33    setbuf(stdout, NULL);
34    pthread_t thread;
35    int fd = open("alphabet.txt",O_RDONLY);
36
37
38    FILE *fs1 = fdopen(fd,"r");
39    char buff1[20];
40    setvbuf(fs1,buff1,_IOFBF,20);
41
42
43    FILE *fs2 = fdopen(fd,"r");
44    char buff2[20];
45    setvbuf(fs2,buff2,_IOFBF,20);
46
47
48    pthread_mutex_t mutex;
49    pthread_mutex_init(&mutex, NULL);
50
51
52    thread_args_t args;
53    args.f = fs2;
54    args.mutex = &mutex;
55    pthread_create(&thread, NULL, run_thread, &args);
56
57    pthread_mutex_lock(&mutex);
58    printf("Thread 1: ");
59    int flag = 1;
60    while(flag == 1)
61    {
62      char c;
63      flag = fscanf(fs1,"%c",&c);
64      if (flag == 1)
65      {
66          fprintf(stdout,"%c",c);
67      }
68    }
69    pthread_mutex_unlock(&mutex);
70    pthread_join(thread, NULL);
71    pthread_mutex_destroy(&mutex);
72    return 0;
73  }
```