

Реализация взаимодействия процессов

Взаимодействие процессов

взаимодействие в рамках
локальной ЭВМ (одной ОС)

взаимодействие в рамках
сети

родственные
процессы

произвольные
процессы

*неименованные
каналы*

трассировка

*именованные
каналы*

сигналы

IPC

сокеты

сокеты

MPI

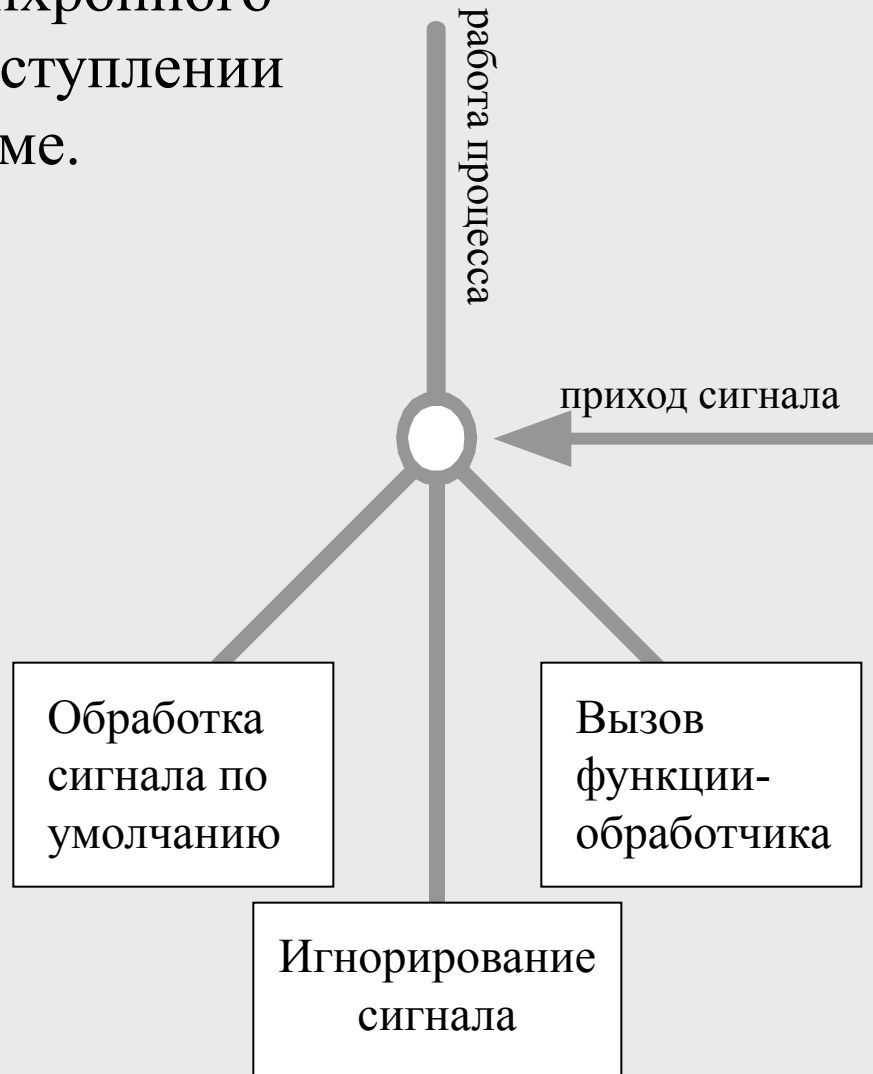
Сигналы

Сигнал — средство асинхронного уведомления процесса о наступлении некоторого события в системе.

Примеры сигналов

<signal.h>

- SIGINT (2)
- SIGQUIT (3)
- SIGKILL (9)
- SIGALRM (14)
- SIGCHLD (18)



Работа с сигналами

```
#include <sys/types.h>
```

```
#include <signal.h>
```

```
int kill (pid_t pid, int sig);
```

pid – идентификатор процесса, которому посылается сигнал

sig – номер посылаемого сигнала

При удачном выполнении возвращает 0, в противном случае возвращает -1

Работа с сигналами

```
#include <signal.h>
```

```
void (*signal ( int sig, void (*disp) (int))) (int)
```

sig – номер сигнала, для которого

устанавливается реакция

disp – либо определенная пользователем

функция – обработчик сигнала, либо одна

из констант:

SIG_DFL – обработка по умолчанию

SIG_IGN - игнорирование

При успешном завершении функция возвращает указатель на предыдущий обработчик данного сигнала.

Пример. Обработка сигнала.

```
#include <sys/types.h>
#include <signal.h>
#include <stdio.h>
int count=0;
```

```
int main(int argc, char **argv)
{ signal (SIGINT, SigHndlr);
  while (1);/*"тело программы"*/
  return 0;
}
```

```
void SigHndlr (int s)
{printf("\n I got SIGINT %d time(s) \n", count ++);
  if (count==5)
  signal (SIGINT, SIG_DFL); /*   ????   */
}
```

Пример. Программа “будильник”.

```
#include <unistd.h>
#include <signal.h>
#include <stdio.h>
```

```
void alm (int s)
{
    printf(“\n жду имя \n”);
    alarm(5);
}
```

```
int main(int argc, char **argv)
{ char s[80];
  signal(SIGALRM, alm); alarm(5);
  printf(“Введите имя \n”);
  for (;;) {
    printf(“имя:”);
    if (gets(s) != NULL) break;
  };
  printf(“ОК! \n”);
  return 0;
}
```

Пример. Двухпроцессный вариант программы “будильник”.

```
#include <signal.h>
#include <sys/types.h>
#include <unistd.h>
#include <stdio.h>
```

```
void alr(int s)
{
    printf(“\n Быстрее!!! \n”);
}
```

```
int main(int argc, char **argv)
{
    char s[80];
    int pid;
    signal(SIGALRM, alr);
    if (pid=fork()) { /*”отец”*/}
    else { /*”сын”*/}
    return 0;
}
```


Пример. Двухпроцессный вариант программы “будильник”.

```
/*”отец”*/
```

```
for (;;) {  
    sleep(5);  
    kill(pid, SIGALRM);  
}
```

```
/*”сын”*/
```

```
printf(“Введите имя \n”);  
for (;;) {  
    printf(“имя:”);  
    if (gets(s) != NULL) break;  
}  
printf(“OK!\n”);  
kill(getppid(), SIGKILL);
```

Неименованные каналы.

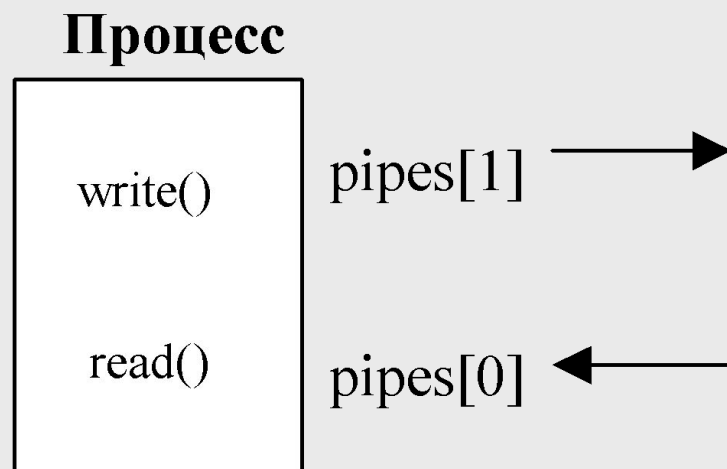
Неименованные каналы. Системный вызов pipe()

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

```
int pipe (int *pipes);
```

pipes[1] – запись в канал

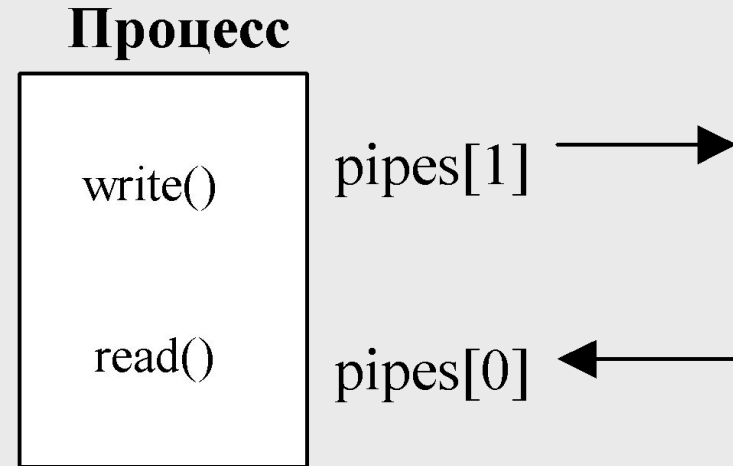
pipes[0] – чтение из канала



Пример. Использование канала.

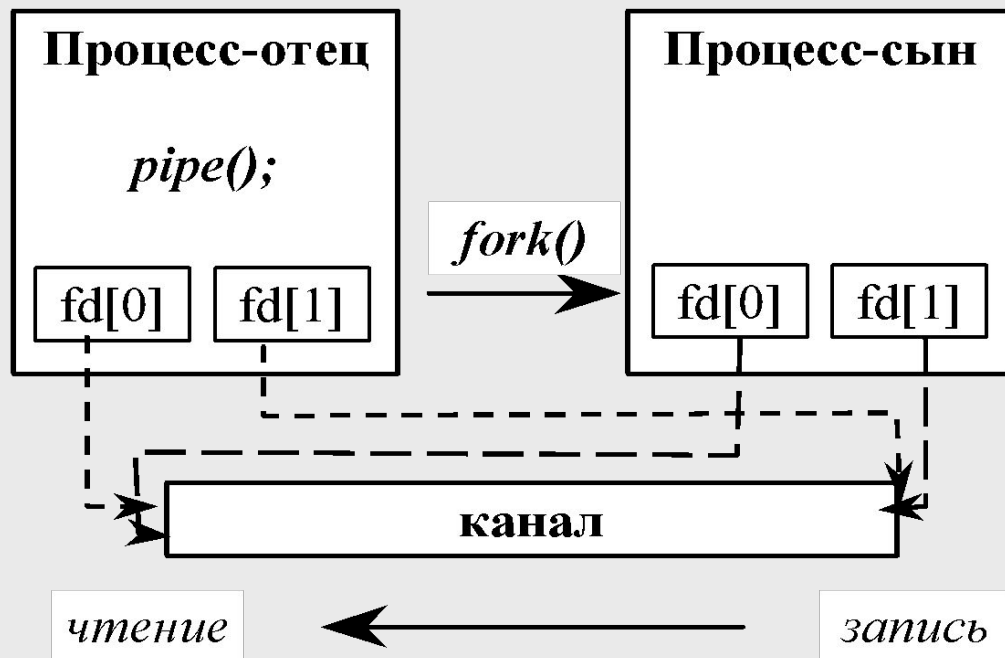
```
int main(int argc, char **argv)
{
    char *s="chanel";
    char buf[80];
    int pipes[2];

    pipe(pipes);
    write(pipes[1],s,strlen(s)+1);
    read(pipes[0],buf,strlen(s)+1);
    close(pipes[0]);
    close(pipes[1]);
    printf("%s\n",buf);
}
```



Пример. Типовая схема взаимодействия процессов с использованием канала.

```
int main(int argc, char **argv)
{
    int fd[2];
    pipe(fd);
    if(fork()) {    close(fd[0]);
        write (fd[1], ...);
        ...
        close(fd[1]);
        ...
    }
    else {close(fd[1]);
        while(read(fd[0],...)) {...}
        ...
    }
}
```



Пример. Реализация конвейера.

```
#include <stdio.h>
int main(int argc, char **argv)
{
    int fd[2];

    pipe(fd);
    if(fork() == 0) { dup2(fd[1],1);
        close(fd[1]);
        close(fd[0]);
        execl("/usr/bin/print", "print", 0);
    }
    dup2(fd[0],0);
    close(fd[0]);
    close(fd[1]);
    execl("/usr/bin/wc", "wc", 0);
}
```

Пример. Совместное использование сигналов и каналов — «ПИНГ-ПОНГ».

```
#include <signal.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/wait.h>
#include <unistd.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>

#define MAX_CNT 100
int target_pid, cnt;
int fd[2];
int status;
```

Пример. Совместное использование сигналов и каналов — «ПИНГ-ПОНГ».

```
void SigHndlr (int s)
{
    if (cnt < MAX_CNT)
    {
        read(fd[0], &cnt, sizeof(int));
        printf("%d \n", cnt);
        cnt++;
        write(fd[1], &cnt, sizeof(int));
        kill(target_pid, SIGUSR1);
    } ...
}
```


Пример. Совместное использование сигналов и каналов — «ПИНГ-ПОНГ».

```
... else
if (target_pid == getppid()) /* процесс – сын */
{
printf("Child is going to be terminated\n");
close(fd[1]);
close(fd[0]);
exit(0);
} else /* процесс – родитель */
kill(target_pid, SIGUSR1);
}
```

Пример. Совместное использование сигналов и каналов — «ПИНГ-ПОНГ».

```
int main(int argc, char **argv)
{ pipe(fd);
  signal(SIGUSR1, SigHndlr);
  cnt = 0;

  if (target_pid = fork()) { /* процесс – родитель*/
    write(fd[1], &cnt, sizeof(int));
    while(wait(&status)== -1);
    printf("Parent is going to be terminated\n");
    close(fd[1]);
    close(fd[0]);
    return 0; ...
```

Пример. Совместное использование сигналов и каналов — «ПИНГ-ПОНГ».

...

```
} else { /* процесс – сын */
  read(fd[0], &cnt, sizeof(int)); /* старт синхр*/
  target_pid = getppid();
  write(fd[1], &cnt, sizeof(int));
  kill(target_pid, SIGUSR1);
  for(;;);
}
}
```

Именованные каналы.

Именованные каналы. Создание.

```
int mkfifo (char *pathname, mode_t mode);
```

pathname – имя создаваемого канала

mode – права доступа + режимы открытия

- блокировка при подключении
- использование флагов:
 - **O_RDONLY** открытие «на чтение»;
 - **O_RDWR** открытие «на чтение+запись»;
 - **O_NONBLOCK** – открытие без блокирования;
 -

Пример. «Клиент-сервер».

Процесс-сервер:

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

```
#include <sys/types.h>
```

```
#include <sys/stat.h>
```

```
#include <sys/file.h>
```

Пример. «Клиент-сервер».

Процесс-сервер:

```
int main(int argc, char **argv)
{
    int fd;
    int pid;

    mkfifo("fifo", FILE_MODE | 0666);
    fd = open ("fifo", O_RDONLY | O_NONBLOCK);
    while ( read (fd, &pid, sizeof(int) ) != -1) {
        printf ("Server %d got message from %d !\n",
                getpid(), pid);

        ...
    }
    close (fd);
    unlink ("fifo");
}
```

Пример. «Клиент-сервер».

Процесс-клиент:

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

```
#include <sys/types.h>
```

```
#include <sys/stat.h>
```

```
#include <sys/file.h>
```

```
int main(int argc, char **argv)
{
    int fd;

    int pid = getpid( );
    fd = open ("fifo", O_RDWR);
    write (fd, &pid, sizeof(int));
    close (fd);
}
```


Взаимодействие
«главный-подчинённый».

Главный - Подчиненный

```
#include <sys/ptrace.h>
```

```
int ptrace(int cmd, int pid, int addr, int data);
```

cmd – код выполняемой команды

pid – идентификатор процесса-потомка

addr – некоторый адрес в адресном пространстве
процесса-потомка

data – слово информации.

Главный - Подчиненный

int ptrace(int cmd, int pid, int addr, int data);

cmd – код команды:

- **группа команд чтения** (сегмент кода, сегмент данных, контекст процесса)
- **группа команд записи** (сегмент кода, сегмент данных, контекст процесса)
- **группа команд управления** (продолжить выполнение, продолжить выполнение с заданного адреса, включить «шаговый режим», завершить процесс, разрешить трассировку)

СИСТЕМНЫЙ ВЫЗОВ ptrace()

```
#include <sys/ptrace.h>
```

```
int ptrace(int cmd, int pid, int addr, int data);
```

cmd=PTTRACE_TRACEME вызывает сыновний процесс, позволяя трассировать себя

cmd=PTTRACE_PEEKDATA чтение слова из адресного пространства отлаживаемого процесса

cmd=PTTRACE_PEEKUSER чтение слова из контекста процесса (из пользовательской составляющей, содержащейся в <sys/user.h>)

cmd=PTTRACE_POKEDATA запись данных в адресное пространство процесса-потомка

cmd=PTTRACE_POKEUSER запись данных в контекст трассируемого процесса.

СИСТЕМНЫЙ ВЫЗОВ ptrace()

```
#include <sys/ptrace.h>
```

```
int ptrace(int cmd, int pid, int addr, int data);
```

cmd=PTTRACE_GETREGS,PTTRACE_GETFREGS чтение регистров общего назначения

cmd=PTTRACE_SETREGS,PTTRACE_SETFREGS запись в регистры общего назначения

cmd=PTTRACE_CONT возобновление выполнения трассируемого процесса

cmd=PTTRACE_SYSCALL, PTTRACE_SINGLESTEP возобновляется выполнение трассируемой программы, но снова останавливается после выполнения одной инструкции

cmd=PTTRACE_KILL завершение выполнения трассируемого процесса

Общая схема трассировки процессов

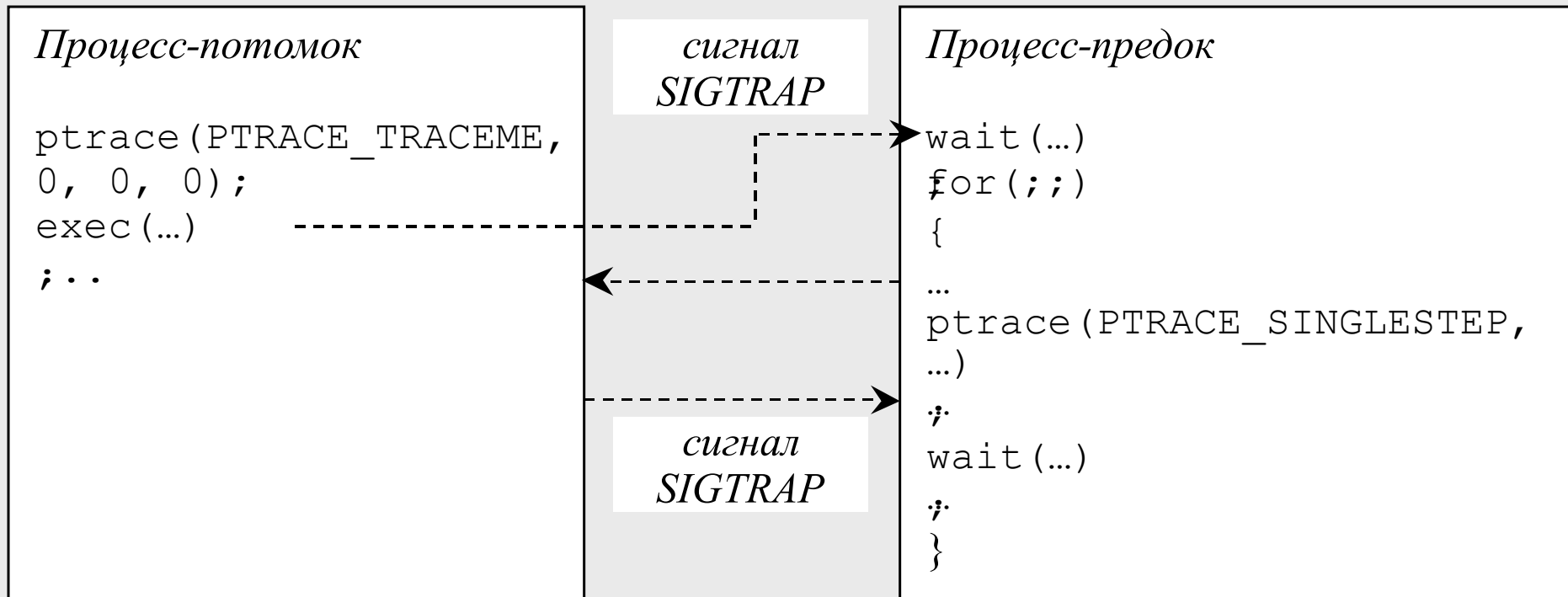


Схема установки контрольной точки по адресу A_{BrPnt}

Установка контрольной точки

Статус отлаживаемого процесса (ОП) **ВЫПОЛНЕНИЕ**

- послать **Sigtrap**
- ждем остановки ОП + анализ точки остановки (статус ОП **ОЖИДАНИЕ**)
- чтение в адресном пространстве ОП, сохранение (N_{BrPnt} , $\langle A_{BrPnt} \rangle$)
- запись **BrPnt** в A_{BrPnt}
- продолжить с точки останова

Приход в контрольную точку

Статус (ОП)

ВЫПОЛНЕНИЕ

- ждем остановки ОП, остановка (статус ОП **ОЖИДАНИЕ**)
- чтение информации из контекста, анализ точки остановки
- контрольная точка (совпадение адреса остановки + причины остановки)
- действия по отладке ОП в состоянии **ОЖИДАНИЯ**
-

Снятие контрольной точки

Статус (ОП) **ОЖИДАНИЕ**

- восстанавливаем содержимое A_{BrPnt} (N_{BrPnt} , $\langle A_{BrPnt} \rangle$)
- продолжить с адреса A_{BrPnt}

«Движение» через контрольную точку

Статус (ОП) **ОЖИДАНИЕ**

- восстанавливаем содержимое A_{BrPnt} (N_{BrPnt} , $\langle A_{BrPnt} \rangle$)
- включаем «шаговый» режим
- продолжить с адреса A_{BrPnt}
- ждем остановки ОП (анализ точки остановки)
- запись **BrPnt** в A_{BrPnt}
- продолжаем с точки остановки
-

Пример.

```
int main(int argc, char **argv)
{
    return argc/0;
}
```

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

```
#include <sys/types.h>
```

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

```
#include <signal.h>
```

```
#include <sys/ptrace.h>
```

```
#include <sys/user.h>
```

```
#include <sys/wait.h>
```


Пример.

```
int main(int argc, char *argv[])
{
    pid_t pid;
    int status;
    struct user_regs_struct REG;

    if ((pid = fork()) == 0) {
        ptrace(PTRACE_TRACEME, 0, 0, 0);
        execl("son", "son", 0);
    }
    ...
}
```

Пример.

...

```
while (1) {
    wait( &status );
    ptrace(PTRACE_GETREGS, pid, &REG, &REG);
    printf("signal = %d, status = %#x, EIP=%#x,
ESP=%#x\n", WSTOPSIG(status), status,      REG.eip,
REG.esp);
    if (WSTOPSIG(status) != SIGTRAP) {
        if (!WIFEXITED(status))
            ptrace (PTRACE_KILL, pid, 0, 0);
        break;
    }
    ptrace (PTRACE_CONT, pid, 0, 0);
}
}
```