ПО сетевых устройств

Трещановский Павел Александрович, к.т.н.

13.03.20

Состояния процесса

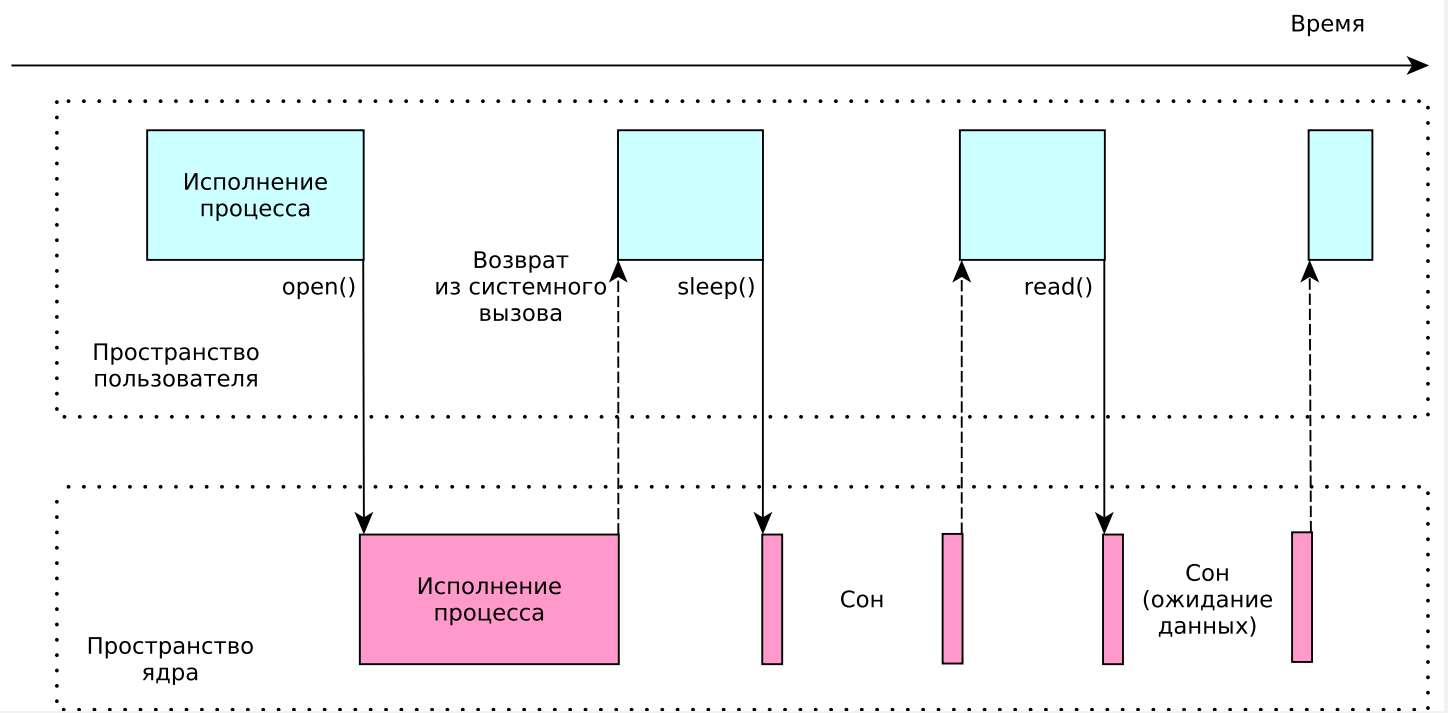
Основные состояния:

- `TASK_RUNNING` (буква `R` в выводе `ps`) - процесс готов к исполнению на процессоре,
- `TASK_INTERRUPTIBLE` (`S`) - прерываемое ожидание события,
- `TASK_UNINTERRUPTIBLE` (`D`) - непрерываемое ожидание события.

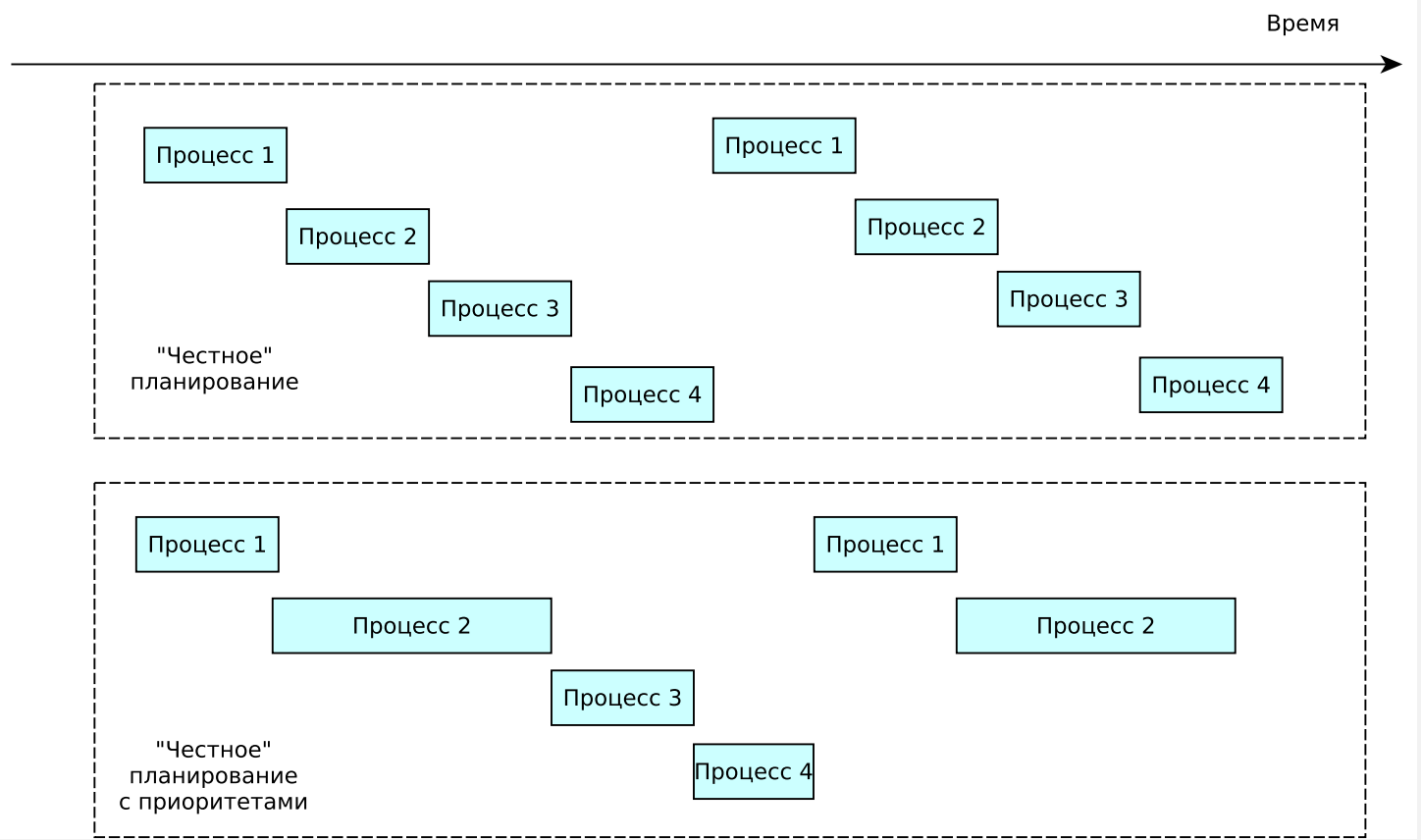
Независимо от состояния процесс может в текущий момент исполняться в

- пространстве ядра (kernel space) или
- пространстве пользователя (user space).

Переход между состояниями



Планировщик процессов



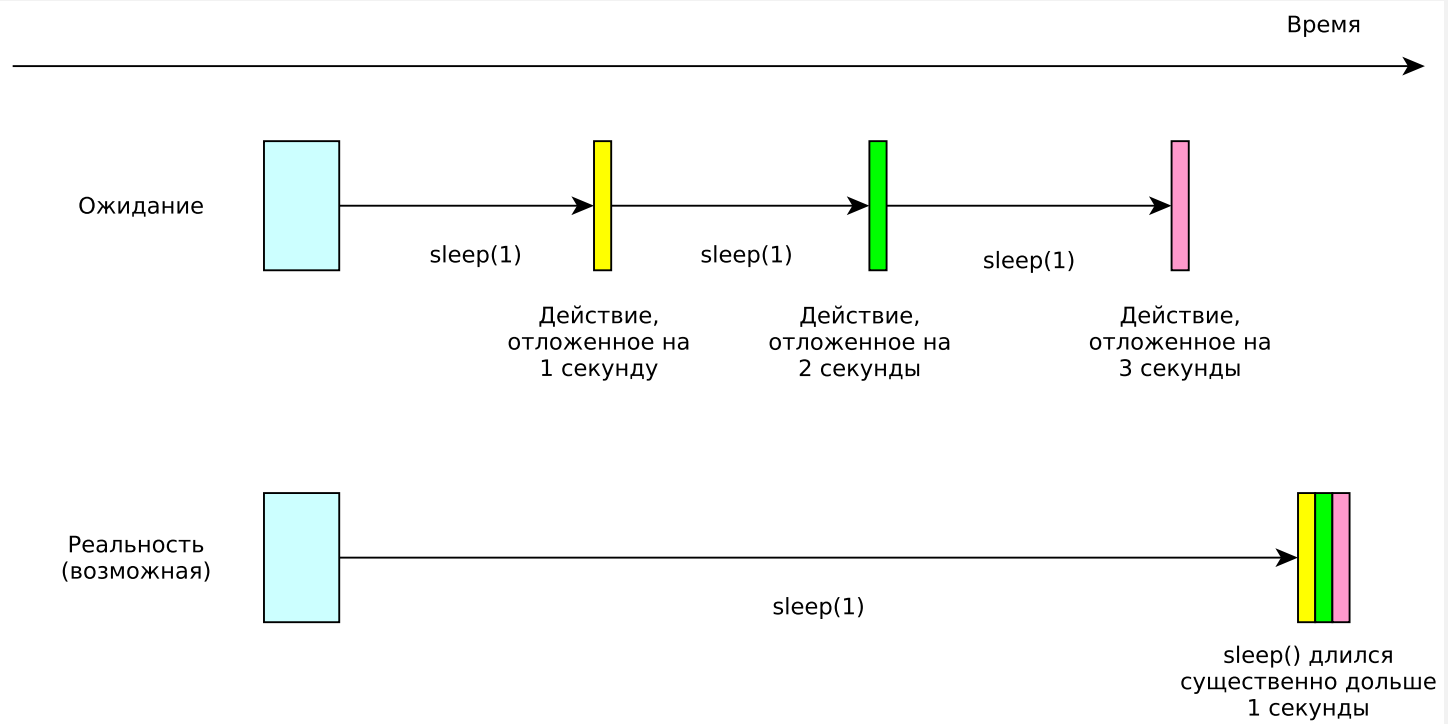
Вытесняющая многозадачность

Когда процесс перестает исполняться:

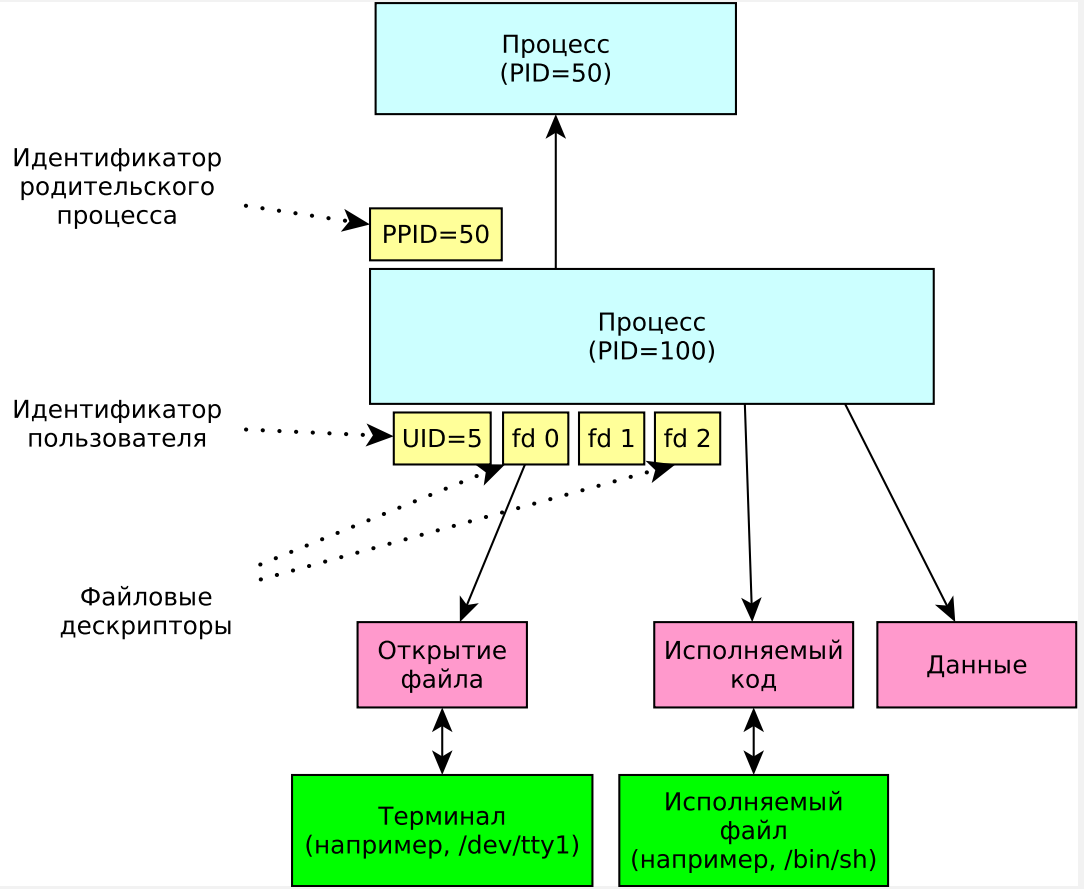
- процесс запрашивает у ядра задержку (например, `sleep()`),
- процесс ожидает завершения операции ввода-вывода (например, `read()`),
- у процесса заканчивается доля времени, выделенная планировщиком,
- в системе появляется более приоритетный процесс.

Блокирующий (системный) вызов - вызов, который переводит процесс в состояние ожидания до завершения операции ввода-вывода. Примеры: `read()`, `write()`.

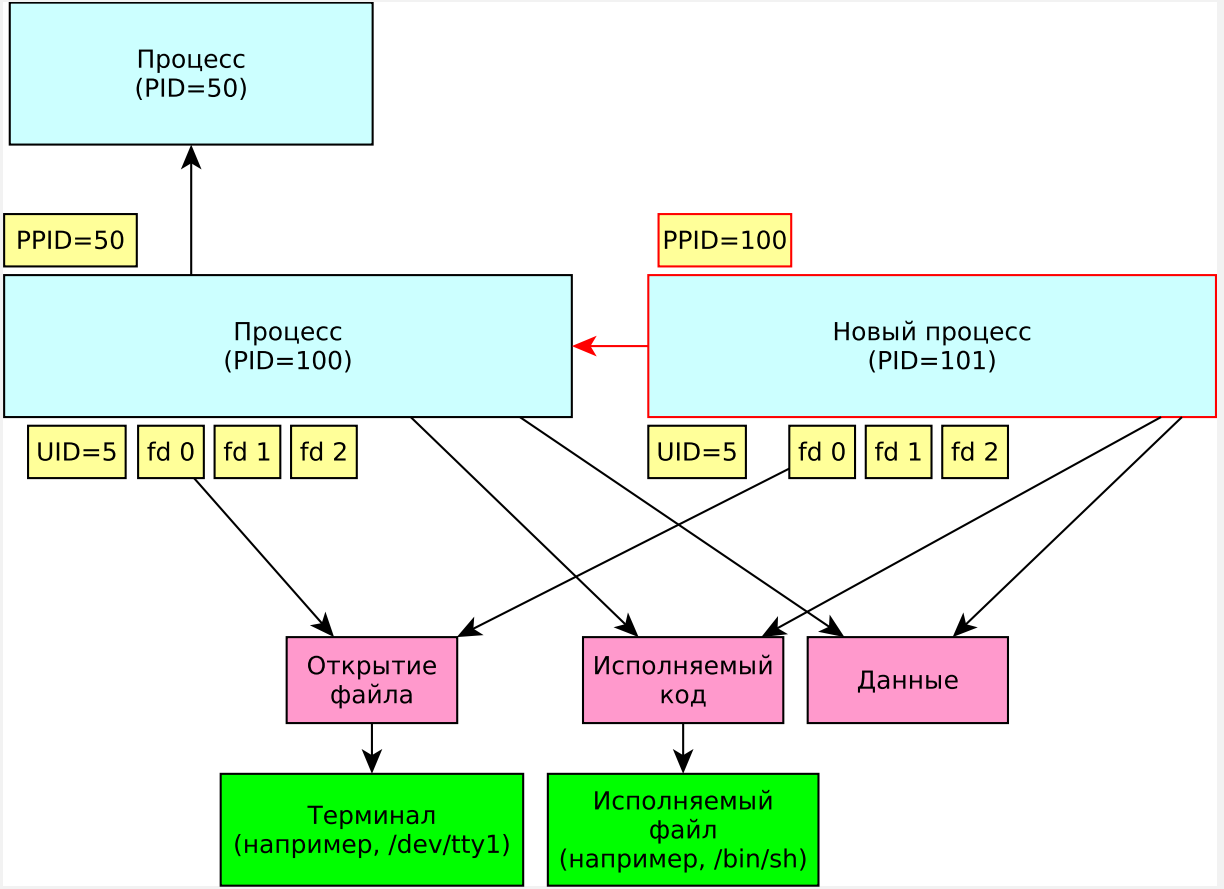
Планирование отложенных действий



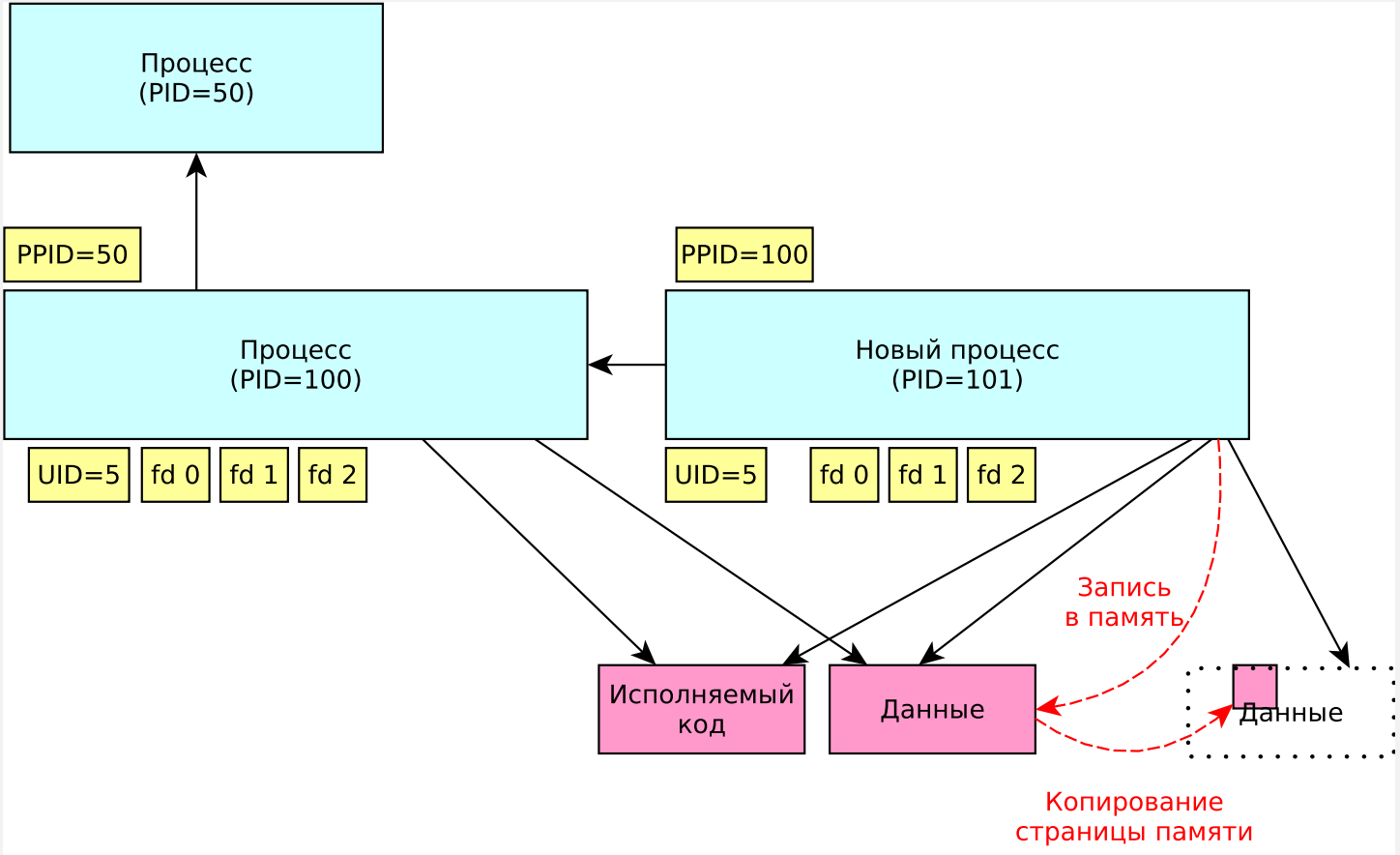
Программное окружение процесса



Создание процесса



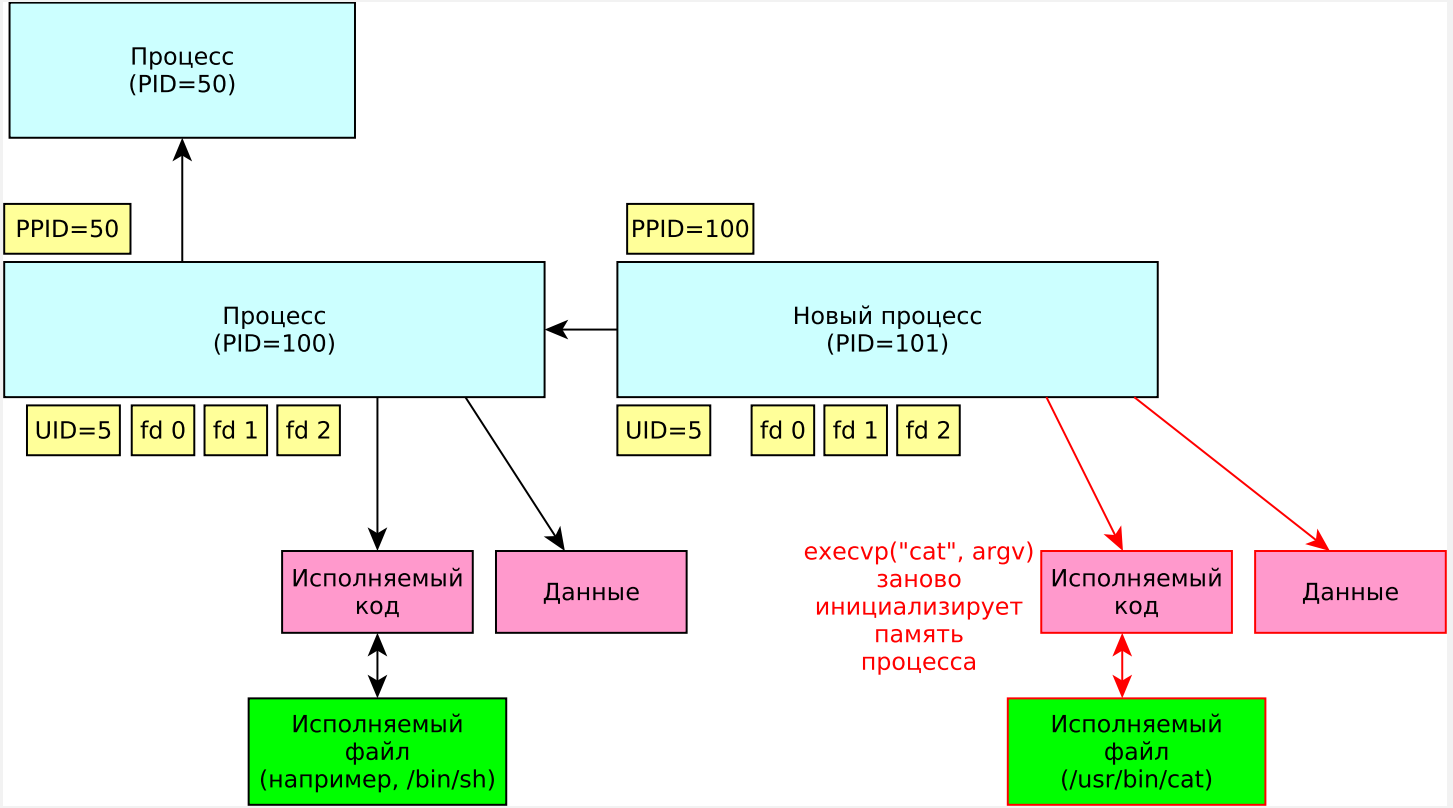
Copy on write



Создание процесса, API

```
pid_t pid;

pid = fork();
if (pid < 0)
       goto on_error;

/* В этой точке исполняется 2 процесса. */

if (pid == 0) {
       /* Дочерний процесс. */
} else {
       /* Родительский процесс. */
}
```

Запуск приложения



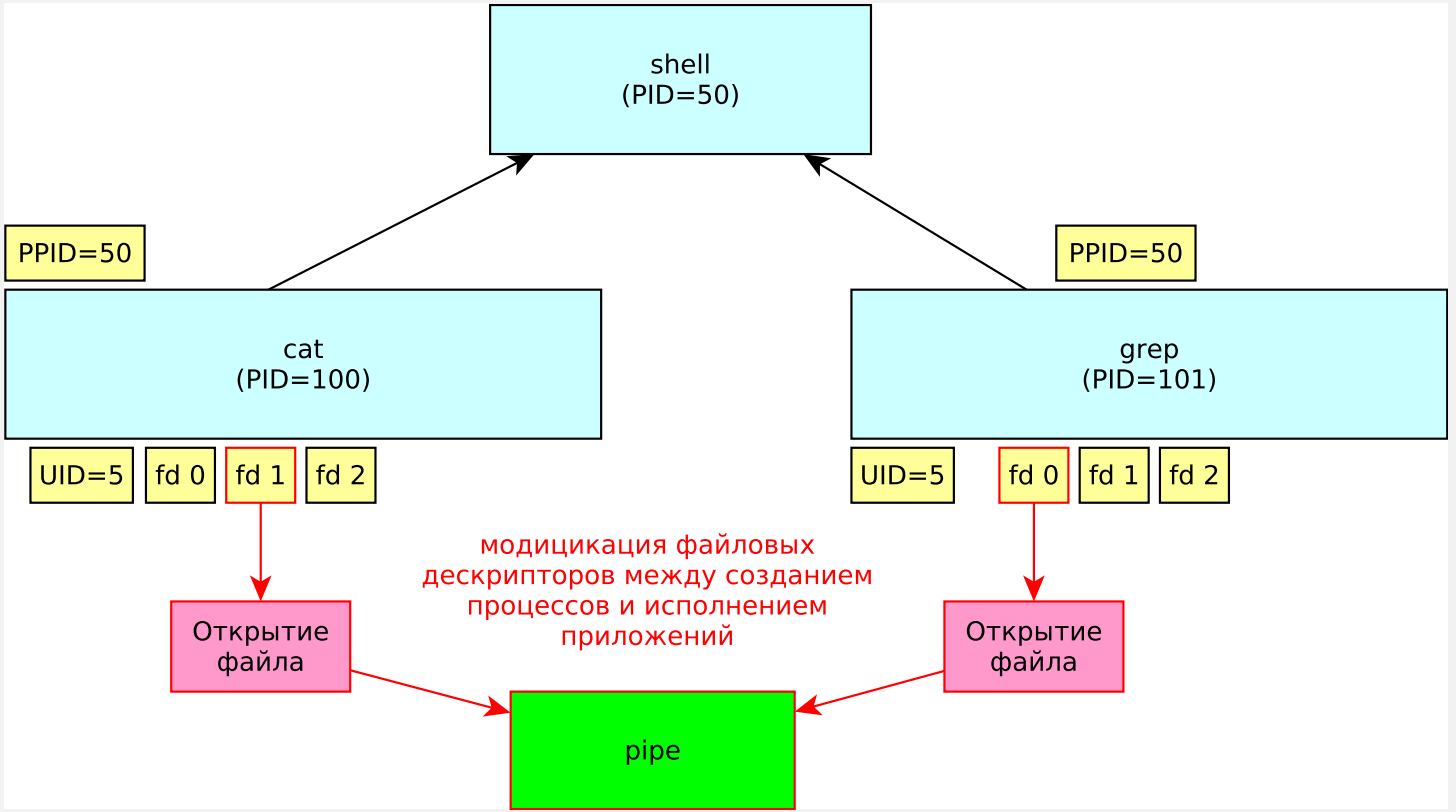
Запуск приложения, API

```
char *argv[] = {"/bin/cat", "/home/root/file1", NULL};
int ret;

/* int execvp (const char *file, char *const argv[]); */
ret = execvp(argv[0], argv);

/* В случае успеха программа не возвращается из execvp. */

goto on_error;
```

Преимущество раздельного подхода

```
pid_t pid;

pid = fork();

if (pid == 0) {
       /* Дочерний процесс. */

       char *argv[] = {"/bin/cat", "/home/root/file1", NULL};

       /* .....
        * Формирование программного окружения нового процесса:
        * перенаправление в файл,
        * создание конвейера (pipe),
        * открытие устройства ввода-вывода и др.
        * /

       execvp(argv[0], argv);
}
```

Конвейер в shell



Завершение процесса

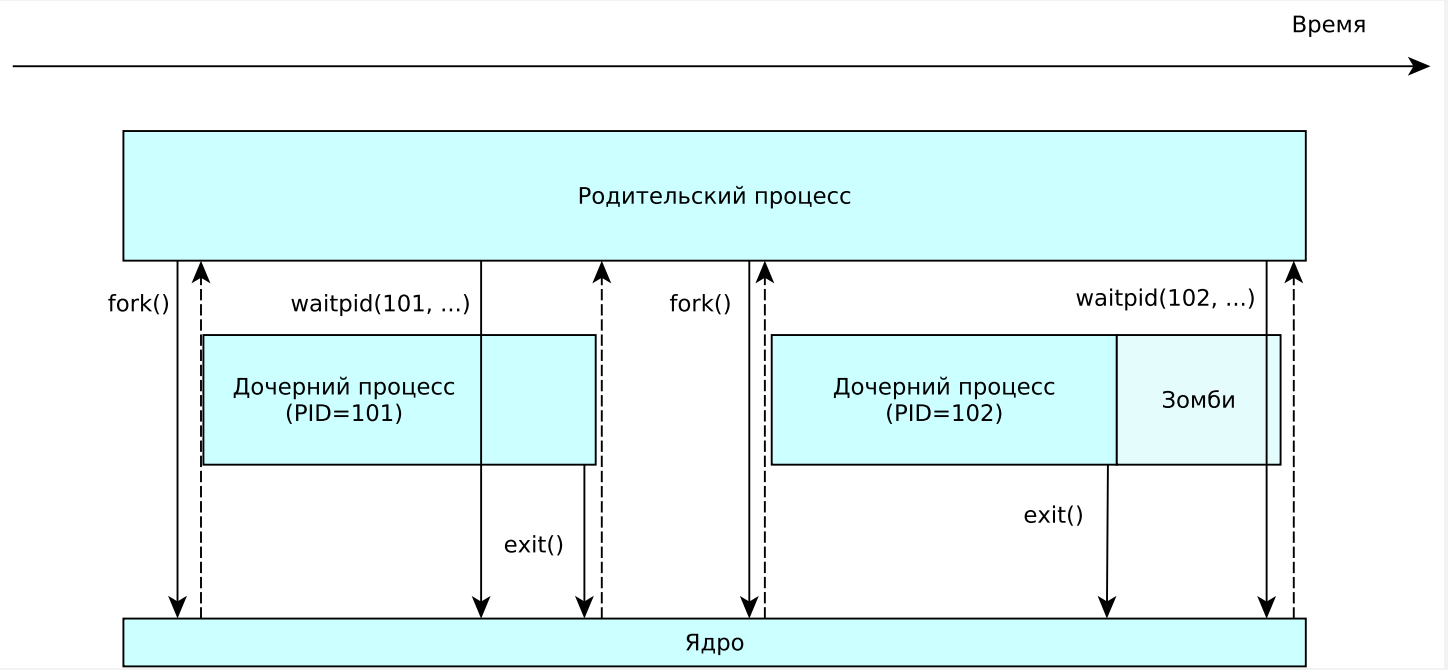
Возможные причины завершения процесса.

- Вызов функции `exit()` самим процессом, в том числе в результате выхода из функции `main()`.
- Получение *сигнала* от ядра или другого процесса.

Сигнал - специальный механизм межпроцессного взаимодействия. Обычно используется для управления жизненным циклом процесса.
Примеры сигналов:

- нажатие `Ctrl+C` в терминале отправляет сигнал SIGINT активному процессу,
- недопустимое обращение к памяти приводит к отправке сигнала SIGSEGV,
- исполнение недопустимой машинной инструкции приводит к отправке сигнала SIGILL.

Ожидание завершения, процессы-зомби



Ожидание завершения, API

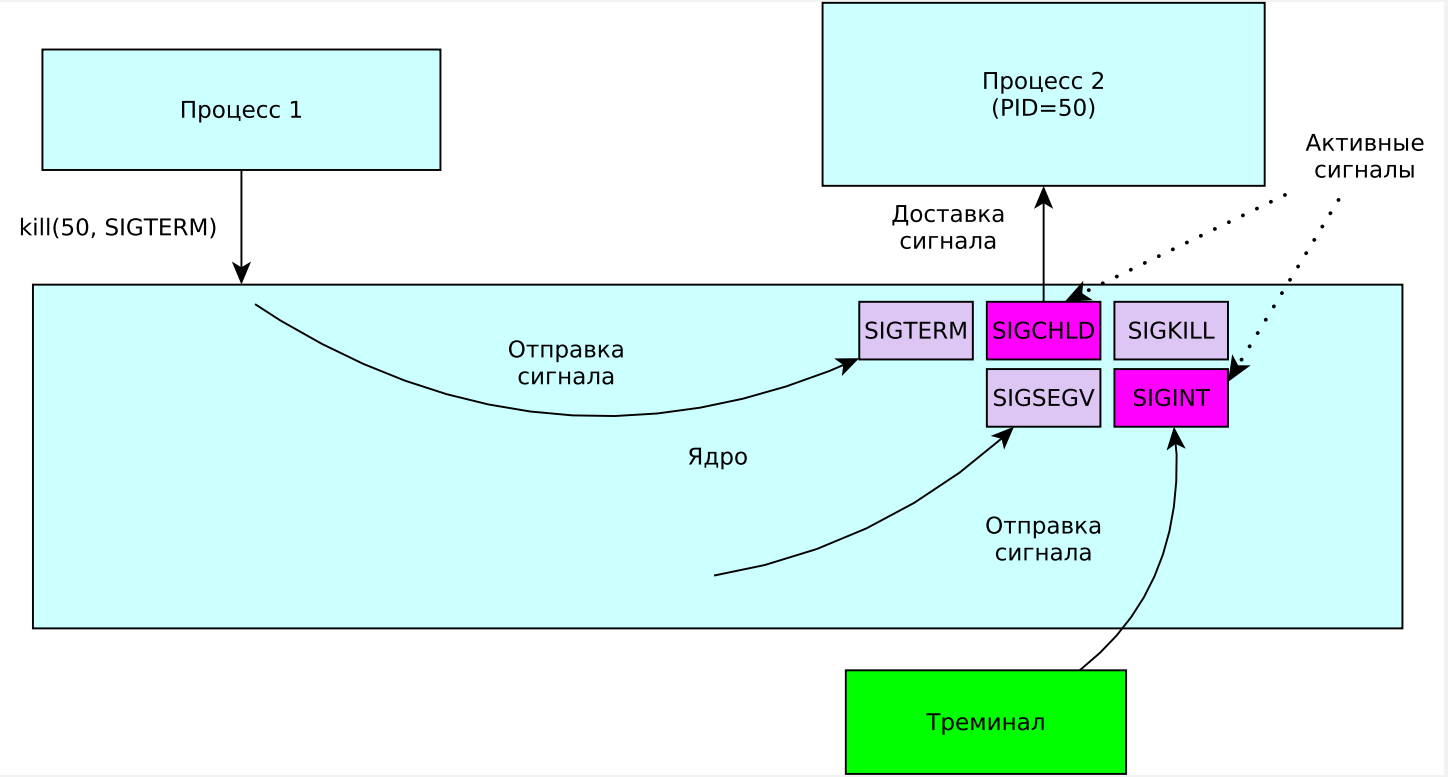
```
pid_t pid;
int child_status;

/* pid_t waitpid(pid_t pid, int *status, int options);
 * Если pid равен -1, функция будет следить за всеми дочерними процессами.
 * Если опции не заданы, функция будет ждать завершения
 * одного из дочерних процессов.
 * Если задана опция WNOHANG, функция завершится сразу.
 */

pid = waitpid(-1, &child_status, WNOHANG);
if (pid == 0) {
       /* Все дочерние процессы продолжают работать. */
       return;
}
if (WIFEXITED(child_status))
       printf("Процесс %d завершился со статусом %d\n",
              pid, WEXITSTATUS(child_status));
else if (WIFSIGNALED(child_status))
       printf("Процесс %d был прерван сигналом %d\n",
              pid, WTERMSIG(child_status));
```

Сигналы, определение, типы

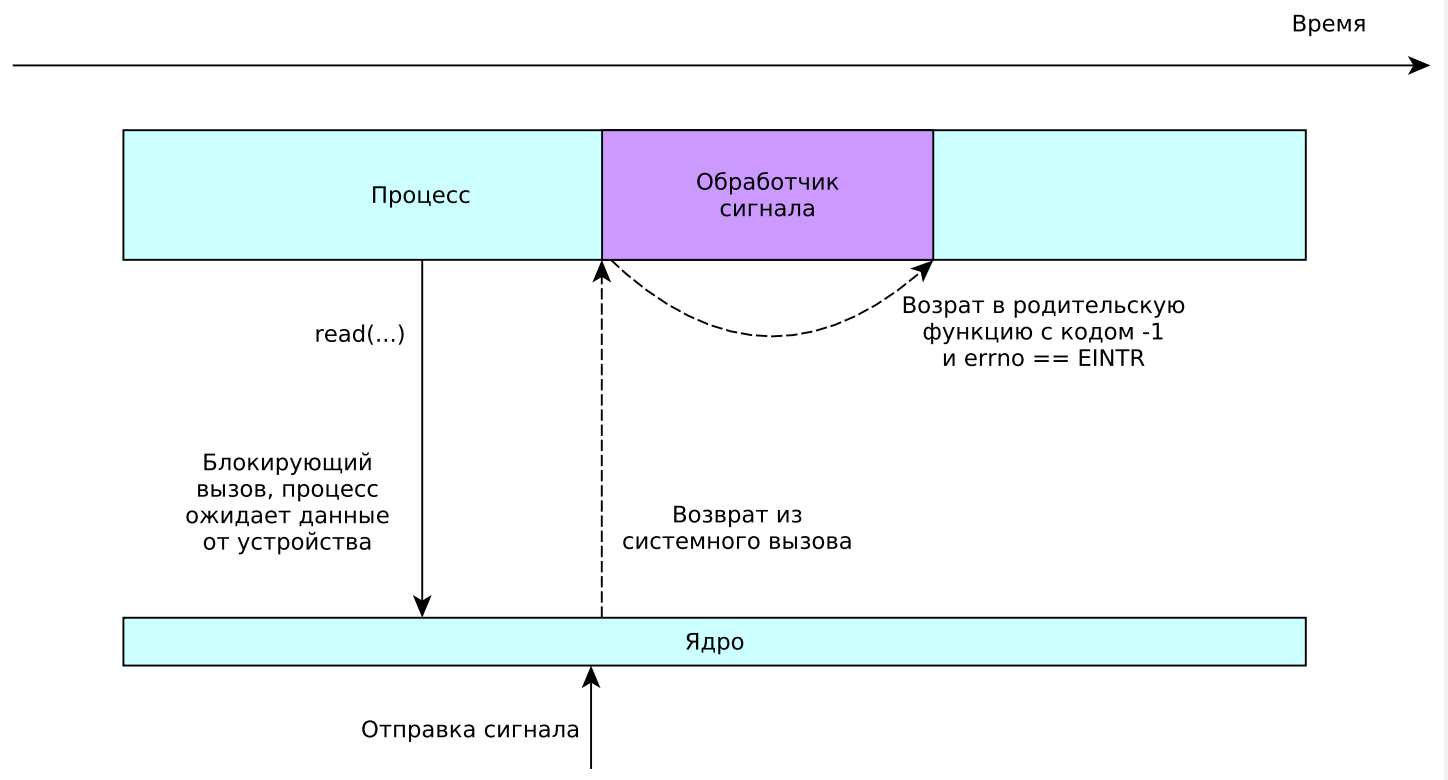
Сигнал - механизм межпроцессного взаимодействия, который прерывает нормальное исполнение процесса для выполнения *обработчика сигнала*.
Назначение некоторых важных сигналов:

- SIGTERM - завершение процесса по запросу другого процесса с освобождением всех выделенных ресурсов,
- SIGKILL - немедленное завершение процесса,
- SIGINT - завершение процесса со стороны управляющего терминала,
- SIGSEGV, SIGILL, SIGABRT - завершение процесса в результате некорректных действий самого процесса,
- SIGCHLD - оповещение о событии в дочернем процессе.

Жизненный цикл сигналов



Доставка сигналов



Отправка сигналов через shell

Процесс запускается в фоновом режиме с помощью символа &.

```
$ sleep 100 &
[1] 7584
$ ps -A | grep sleep
 7584 pts/42   00:00:00 sleep
$ kill 7584
$
[1]+  Complété                sleep 100
```

Отправка сигналов, API

```
pid_t pid;

pid = fork();

if (pid > 0) {
       int child_status;
       /* Родительский процесс. */

       /* Отправка сигнала SIGTERM дочернему процессу. */
       kill(pid, SIGTERM);

       /* Ожидание завершения дочернего процесса. */
       waitpid(pid, &child_status, 0);
}
```

Обработчики сигналов

У всех сигналов есть обработчик по умолчанию:

- SIGTERM, SIGKILL, SIGINT - процесс немедленно завершается,
- SIGCHLD - сигнал игнорируется.

Многие сигналы могут быть перехвачены процессом за счет регистрации своего специального обработчика. Некоторые сигналы (например, SIGKILL) не перехватываются.
Обработчик сигнала - функция на C. Но не все функции можно использовать в обработчике сигналов.

Обработчики сигналов, API

```
static void sigterm_handler(int sig)
{
	char *text = "Обрабатываю сигнал SIGTERM\n";
	write(1, text, strlen(text));
}

int main(int argc, char *argv[])
{
	struct sigaction sa;

	sa.sa_handler = sigterm_handler;

	/* int sigaction(int sig, const struct sigaction *act,
	                          struct sigaction *old_act); */
	sigaction(SIGTERM, &sa, NULL);
}
```

Реентерабельные функции

Не допускает повторное вхождение:

```
int t;

void swap(int *x, int *y)
{
        t = *x;
        *x = *y;
        *y = t;
}
```

Допускает повторное вхождение:

```
void swap(int *x, int *y)
{
        int t;
        t = *x;
        *x = *y;
        *y = t;
}
```

Сигналы, повторные вхождения

```
static void sigterm_handler(int sig)
{
	/* Повторное вхождение в функцию printf нарушает внутреннее состояние
	потока вывода stdout. */
	printf("Обрабатываю сигнал SIGTERM\n");
}

int main(int argc, char *argv[])
{
	struct sigaction sa;

	sa.sa_handler = sigterm_handler;

	sigaction(SIGTERM, &sa, NULL);

	/* Функция printf() выполняет вывод данных через системные вызовы
	write(). Один из вызовов прерывается сигналом SIGTERM. */
	printf("Hello world\n");
}
```

Отложенная обработка сигналов, код EINTR

```
bool something_happened;

static void signal_handler(int sig)
{
	something_happened = true;
}

static int deferred_handler(void) {}

int main(int argc, char *argv[])
{
	/* ... Регистрация обработчика signal_handler(). */

	while (1) {
		char buf[100];
		int ret;

		ret = read(STDIN_FILENO, buf, sizeof(buf));
		if (ret < 0 && errno == EINTR) {
			deferred_handler();
		}
	}
}
```

Ожидание завершения дочернего процесса

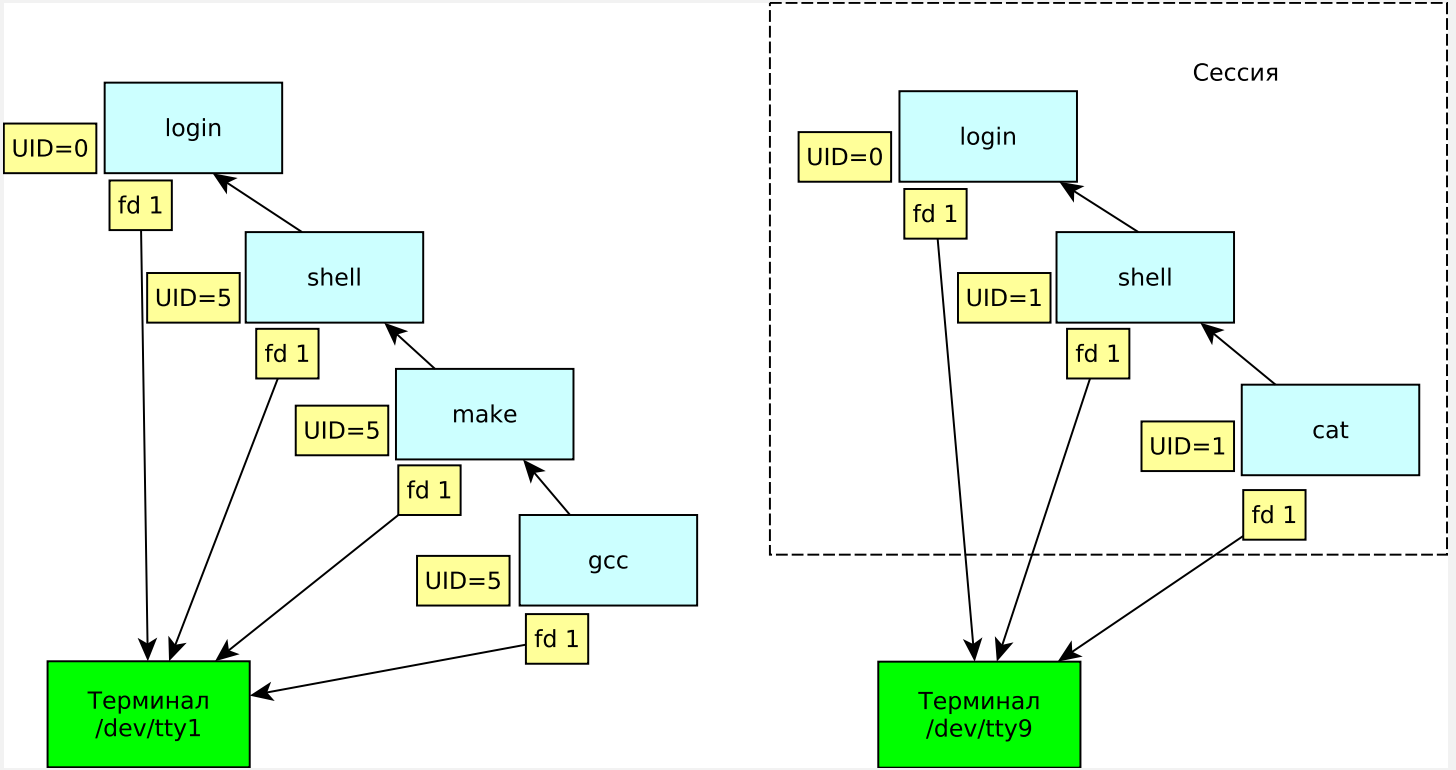
Возможности.

- Вызов `waitpid()` без опции `WNOHANG` - функция выполняется до изменения состояния указанного процесса, блокируя решение других задач.
- Обработка сигнала SIGCHLD - сигнал отправляется родительскому процессу в случае завершения дочернего процесса.

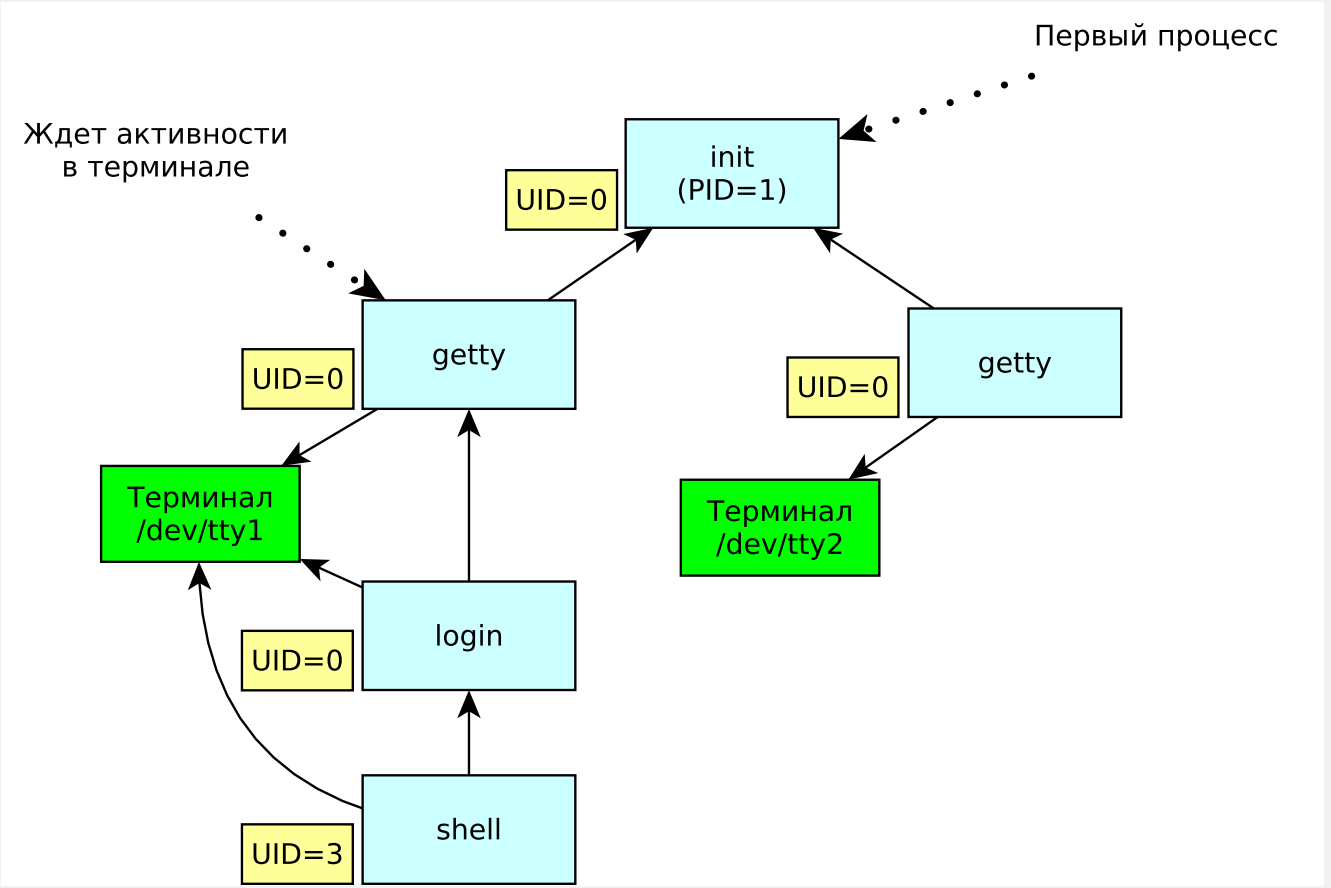
Как обрабатывать SIGCHLD.

- Проверить статус всех дочерних процессов с помощью `waitpid()`.
- Опция `WNOHANG` не используется.
- Необходимо иметь в виду, что несколько отправленных сигналов могут сливаться в один полученный сигнал, т.е. по одному сигналу SIGCHLD может завершиться несколько дочерних процессов.

Наследование программного окружения



init


Первый процесс
Ждет активности
в терминале
init
(PID=1)
UID=0
getty
UID=0
getty
UID=0
Терминал
/dev/tty1
Терминал
/dev/tty2
login
UID=0
shell
UID=3

Демоны (daemons)