

# MINIX 3 API вызовов ядра

Jorrit N. Herder  
<jnherder@cs.vu.nl>  
20.10.2005

## Аннотация

Главным образом, вызовы ядра позволяют системным процессам запрашивать сервисы ядра, например, для осуществления привилегированных операций. Этот документ сжато обсуждает организацию вызовов ядра в MINIX3 и предоставляет обзор всех вызовов ядра.

## Организация вызовов ядра

Вызов ядра означает, что запрос посылается ядру, где он обслуживается одной из задач (tasks) ядра. Детали асемблерного кода сообщения запроса, посылки его ядру, и ожидание ответа удобно сокрыты в системной библиотеке. Заголовочный файлы этой библиотеки - `src/include/minix/syslib.h`, а файлы реализации находятся в каталоге `src/lib/syslib`.

Действительные реализации вызовов ядра определены в одной из задач ядра. В противоположность MINIX2, задача `CLOCK` более не принимает системных вызовов. Вместо этого, все вызовы теперь направляются к задаче `SYSTEM`. Предполагается, что программа делает `sys_call()` системный вызов<sup>1</sup>. Согласно соглашениям, этот вызов трансформируется в сообщение запроса с типом `SYS_CALL`, которое посылается задаче ядра `SYSTEM`. Задача `SYSTEM` обслуживает запрос в функции с именем `do_call()` и возвращает результат.

Карта отображения номеров вызовов ядра на функции обработчики делается во время инициализации задачи `SYSTEM` в `src/kernel/system.c`. Прототипы функций обработчиков декларированы в `src/kernel/system.h`. Их реализации содержатся в отдельных файлах в каталоге `src/kernel/system/`. Эти файлы компилируются в библиотеку `src/kernel/system/system.a`, которая компонуется с ядром.

Номера вызовов ядра, их параметры запроса и параметры ответа, определены в `src/include/minix/com.h`. К сожалению, MINIX2 не следует строгой схеме именования. Поэтому, нумерация типов сообщений и параметров были переименованы в MINIX3. Вызовы ядра сейчас все начинаются с `SYS` и все параметры, которые принадлежат к одному и тому же вызову ядра, теперь разделяют общий префикс.

## Обзор вызовов ядра MINIX3

Сжатый обзор вызовов ядра в MINIX3 приведен ниже, на рисунке 1. Статус каждого вызова относительно MINIX2 даётся в последней колонке.

---

<sup>1</sup>Здесь оригинал не точен. Каждая функция вызова ядра вида `sys_*()`, на самом деле ретранслируется в вызов функции отправки сообщения запроса `_taskcall()` с соответствующими параметрами (а не `syscall()`, как указано в тексте). Тип запроса `_taskcall()` при этом (2-й параметр) будет соответствовать запрошенной операции (например `SYS_FORK`), а не `SYS_CALL`. Код функции `_taskcall()` вы можете найти: `/usr/src/lib/syslib/taskcall.c` (прим. перев.)

Вызов ядра	Цель	Статус
управление процессами		
SYS_FORK	Fork a process; copy parent process	
SYS_EXEC	Execute a process; initialize registers	
SYS_EXIT	Exit a user process; clear process slot	U
SYS_NICE	Change priority of a user process	N
SYS_PRIVCTL	Change system process privileges	N
SYS_TRACE	Trace or control process execution	
обслуживание сигналов		
SYS_KILL	Send a signal to a process	U
SYS_GETKSIG	Check for pending kernel signals	N
SYS_ENDKSIG	Tell kernel signal has been processed	
SYS_SIGSEND	Start POSIX-style signal handler	
SYS_SIGRETURN	Return from POSIX-style signal	
управление памятью		
SYS_NEWMAP	Install new or updated memory map	
SYS_SEGCTL	Add extra, remote memory segment	N
SYS_MEMSET	Write a pattern into physical memory area	N
копирование данных		
SYS_UMAP	Map virtual to physical address	U
SYS_VIRCOPY	Copy data using virtual addressing	U
SYS_PHYSCOPY	Copy data using physical addressing	U
SYS_VIRVCOPY	Handle vector with virtual copy requests	U
SYS_PHYSVCOPY	Handle vector with physical copy requests	N
ввод/вывод на устройствах		
SYS_DEVIO	Read or write a single device register	N
SYS_SDEVIO	Input or output an entire data buffer	N
SYS_VDEVIO	Process vector with multiple requests	N
SYS_IRQCTL	Set or reset an interrupt policy	N
SYS_INT86	Make a real-mode BIOS call	N
SYS_IOPENABLE	Give process I/O privilege	N
управление системой		
SYS_ABORT	Abort MINIX: shutdown the system	U
SYS_GETINFO	Get a copy system info or kernel data	N
функции часов		
SYS_SETALARM	Set or reset a synchronous alarm timer	U
SYS_TIMES	Get process times and uptime since boot	U

**Рисунок 1.** Этот рисунок приводит обзор вызовов ядра MINIX3. Обозначения для статуса: N — новый, U — обновлённый (т.е. Полностью обновлённый — все вызовы получили минимальные обновления) со времени MINIX2.

## Интерфейс вызовов ядра

Интерфейс вызовов ядра детализируется ниже. Для каждого вызова ядра специфицируется его назначение, тип сообщения, параметры запроса и/или ответа, возвращаемое вызовом значение кода возврата. Стенографические дополнительные ремарки (примечания) о будущем статусе вызова также могут быть приведены.

### Обозначения в тексте

**CONSTANT**: определение числовой константы; числовой индикатор типа запроса или его возможных значений;

**PARAMETER**: параметр сообщения; поля параметров в сообщениях запроса или ответа.

**void sys\_call(arguments)**: функция из системной библиотеки; заметка о выполнении вызова ядра;

### Алфавитный обзор

**SYS\_ABORT**: Завершить MINIX и возвратиться в монитор загрузки — если возможно. Эта возможность используется PM, FS и TTY. Нормально завершение инициируется обычно пользователем, например, обозначая команду shutdown, или <Ctrl><Alt><Del>. MINIX также будет осуществлять это действие, если обнаружится фатальная ошибка в PM или FS.

- параметры запроса:

**ABRT\_HOW**: как остановить, одно из значений, определённых в `src/include/unistd.h`:

" RBT\_HALT — остановить MINIX и вернуться в монитор загрузки.

" RBT\_REBOOT — перезагрузить MINIX.

" RBT\_PANIC — наблюдается 'kernel panic'.

" RBT\_MONITOR — выполнить специфицированный код в мониторе загрузки.

" RBT\_RESET — аппаратный сброс системы.

**ABRT\_MON\_PROC**: процесс, из которого получить параметры для монитора загрузки.

**ABRT\_MON\_LEN**: длина списка параметров монитора загрузки.

**ABRT\_MON\_ADDR**: виртуальный адрес параметров.

- возвращаемый результат:

OK: последовательность завершения стартовала.

ENIVAL: ошибочный номер процесса.

EFAULT: недопустимый адрес параметра монитора.

E2BIG: параметры монитора превышают максимальную длину.

- библиотечные функции:

```
int sys_abort(int shutdown status, ...);
```

**SYS\_DEVIO**: Осуществить ввод/вывод на устройстве от имени драйвера устройства из пользовательского пространства. Драйвер может запросить одиночный порт, который будет прочитан или записан этим вызовом. Смотри также вызовы **SYS\_SDEVIO** и **SYS\_VDEVIO**.

- параметры запроса:

**DIO\_REQUEST**: ввод или вывод.

" DIO\_INPUT прочитать значение из DIO\_PORT.

" DIO OUTPUT записать DIO\_VALUE в DIO\_PORT.

**DIO\_TYPE**: флаг, индицирующий тип значения.

" DIO BYTE байт.

" DIO WORD слово.

" DIO LONG Long тип.

*DIO\_PORT* : порт для чтения или записи.

*DIO\_VALUE* : записываемое значение, только для *DIO\_OUTPUT*.

- параметры ответа:

*DIO VALUE* : значение, сосчитанное из указанного порта, только для *DIO\_INPUT*.

- возвращаемый результат:

ОК: порт ввода/вывода успешно обслужен.

EINVAL: недопустимые *DIO\_REQUEST* или *DIO\_TYPE* было установлено.

- библиотечные функции:

```
int sys_in(port t port, unsigned long value, int io type);
int sys_inb(port t port, u8 t *byte);
int sys_inw(port t port, u16 t *word);
int sys_inl(port t port, u32 t *long);
int sys_out(port t port, unsigned long *value, int io type);
int sys_outb(port t port, u8 t byte);
int sys_outw(port t port, u16 t word);
int sys_outl(port t port, u32 t long);
```

*SYS\_ENDKSIG*: Завершить обработку сигнала ядром. РМ использует этот вызов, чтобы обозначить этим, что он обработал то, что ядро сигнализировало в отображении через *SYS\_GETKSIG* вызов.

- параметры запроса:

*SIG PROC* : процесс, которого это касается.

- возвращаемый результат:

EINVAL: процесс не имеет не обработанных сигналов, или завершается.

ОК: ядро очистило все ожидающие сигналы.

- библиотечные функции:

```
int sys_endksig(int proc nr);
```

*SYS\_EXEC*: Обновить регистры процесса после успешного *exec()* POSIX-вызова. После того, как FS копировал бинарный образ в память, РМ информирует ядро о новой детализации регистров.

- параметры запроса:

*PR\_PROC NR* : процесс который выполняет программу.

*PR\_STACK\_PTR* : новый указатель стека.

*PR\_IP\_PTR* : новый счётчик команд.

*PR\_NAME\_PTR* : указатель на имя программы.

- возвращаемый результат:

ОК: этот вызов всегда успешен.

- библиотечные функции:

```
int sys_exec(int proc, char *stack ptr,
             char *prog name, vir bytes pc);
```

*SYS\_EXIT*: Очистить слот (в таблице) процессов. Это обычно исходит от РМ после завершения пользовательского процесса. Системные процессы, включая РМ, могут также непосредственно вызывать эту функцию по их завершению.

- параметры запроса:

*PR\_PROC\_NR* : номер слота завершаемого процесса, если вызывающей стороной есть РМ.

Используйте *SELF*, если завершается сам РМ.

- возвращаемый результат:
  - ОК: очистка успешна.
  - EINVAL: некорректный номер процесса.
  - EDONTREPLY: этот вызов не возвращается, если системный процесс завершается.
- библиотечные функции:
 

```
int sys_exit(int proc nr);
```

**SYS\_FORK:** Инициировать новый (дочерний) процесс в таблице процессов ядра, и инициализировать его, базируясь на прототипе (родителе) процесса. РМ находит свободный процессорный слот для дочернего процесса в своей таблице процессов, и тут же запрашивает ядро обновить таблицу процессов ядра.

- параметры запроса:
  - PR\_PROC\_NR* : дочернего процесса слот в таблице.
  - PR\_PPROC\_NR* : родительский процесс, выполняющий `fork()`.

- возвращаемый результат:
  - ОК: новый процессорный слот успешно присвоен.
  - EINVAL: неверный номер родительского процесса, или дочерний слот занят.
- библиотечные функции:
 

```
int sys_fork(int parent proc nr, int child proc nr);
```

**SYS\_GETINFO:** Получить копию структуры данных ядра. Этот вызов поддерживает драйверы и сервера пользовательского пространства, нуждающиеся в достоверной системной информации.

- параметры запроса:
  - I\_REQUEST* : тип системной информации, которая запрашивается.
    - " GET\_IMAGE копировать таблицу загрузочного образа.
    - " GET\_IRQHOOKS копировать таблицу с перехватчиками прерываний.
    - " GET\_KINFO копировать информационную структуру ядра.
    - " GET\_KMESSAGES копировать буфер с диагностическими сообщениями ядра.
    - " GET\_LOCKTIMING копировать lock times—if DEBUG TIME LOCKS is set.
    - " GET\_MACHINE копировать системное окружение.
    - " GET\_MONPARAMS копировать набор параметров монитора загрузки.
    - " GET\_PRIVTAB копировать таблицу системных привилегий.
    - " GET\_PROCTAB копировать полностью таблицу процессов ядра.
    - " GET\_PROC копировать одиночный слот таблицы процессов.
    - " GET\_RANDOMNESS копировать неупорядоченность (randomness) собранную событиями ядра.
    - " GET\_SCHEDINFO копировать очереди готовности и процессорную таблицу.

*I\_VAL\_PTR* : виртуальный адрес куда должна быть скопирована информация.

*I\_VAL\_LEN* : максимальная длина с которой вызывающий может оперировать.

*I\_VAL\_PTR2* : опционально, второй адрес. Используется когда копируются диспетчера данные.

*I\_VAL\_LEN2* : опционально, вторая длина. Перезагружается номером процесса.

- возвращаемый результат:
  - ОК: успешный информационный запрос.
  - EFAULT: был диагностирован недопустимый адрес памяти.
  - E2BIG: запрашиваемые данные превышают максимум, обеспечиваемый вызывающим.
- библиотечные функции:
 

```
int sys_getinfo(int request, void *ptr, int len,
```

```

        void *ptr2, int len2);
int_sys_getirqhooks(struct irq hook *ptr);
int_sys_getimage(struct boot image *ptr);
int_sys_getkinfo(struct kinfo *ptr);
int_sys_getkmessages(struct kmessages *ptr);
int_sys_getlocktimings(struct lock timingdata *ptr);
int_sys_getmachine(struct machine *ptr);
int_sys_getmonparams(char *ptr, int max len);
int_sys_getprivtab(struct priv *ptr);
int_sys_getproctab(struct proc *ptr);
int_sys_getproc(struct proc *ptr, int proc nr);
int_sys_getrandomness(struct randomness *ptr);
int_sys_getschedinfo(struct proc* ptr, struct proc *ptr2);

```

**SYS\_GETKSIG:** Проверяет, этот ли есть процесс, который должен получить сигнал. Это многократно выполняется PM после того, как он получит уведомление, что присутствуют задержанные сигналы ядра.

- параметры запроса:

**SIG\_PROC** : вернуть следующий процесс с задержанными сигналами или NONE.

**SIG\_MAP** : битовая карта с задержанными сигналами ядра.

- возвращаемый результат:

ОК: этот вызов всегда успешен.

- библиотечные функции:

```
int sys_getksig(int *proc nr, sigset_t *sig map);
```

**SYS\_INT86:** выполнить BIOS операцию реального режима от имени и по поручению драйвера устройства. Этот вызов временно переключает процессор из 32-бит защищённого режима в 16-бит реальный режим для доступа к вызову операции BIOS. Он присутствует для поддержки драйвера устройства BIOS\_WINI.

- параметры запроса:

**INT86\_REG86** : адрес запроса вызывающей стороны.

- возвращаемый результат:

ОК: BIOS вызов успешно произведен.

EFAULT: недопустимый адрес запроса.

- библиотечные функции:

-

**SYS\_IOPENABLE:** разрешить CPU биты I/O уровня привилегий для заданного процесса, что позволяет ему непосредственно осуществлять I/O операции в пользовательском пространстве.

- параметры запроса:

**PROC\_NR** : процесс которому предоставляются привилегии.

- возвращаемый результат:

ОК: этот вызов всегда успешен.

- библиотечные функции:

-

**SYS\_IRQCTL:** установить или сбросить стратегию аппаратного прерывания для заданной

IRQ линии, и разрешить или запретить прерывание от этой линии. Этот вызов позволяет драйверу пользовательского пространства захватывать ловушку для использования с типовым обработчиком прерываний ядра. Обработчик прерывания ядра просто уведомляет драйвер о прерывании сообщением `HARD_INT`, и переразрешает прерывание с IRQ линии, если стратегия требует этого. Уведомляющее сообщение будет содержать 'id', предоставляемое вызывающей стороной как аргумент. Как только стратегия введена в действие, драйвера могут разрешать и запрещать прерывания.

- параметры запроса:

`IRQ_REQUEST` : управление прерыванием, которое необходимо осуществить.

" `IRQ_SETPOLICY` установить стратегию прерывания для типового обработчика прерывания.

" `IRQ_RMPOLICY` удалить ранее установленную стратегию прерывания.

" `IRQ_ENABLE` разрешить прерывания для заданной IRQ линии.

" `IRQ_DISABLE` запретить прерывания для заданной IRQ линии.

`IRQ_VECTOR` : IRQ линия подлежащая управлению.

`IRQ_POLICY` : битовая карта с флагами индицирующими стратегию IRQ.

`IRQ_HOOK_ID` : когда устанавливается стратегия, здесь предоставляется индекс, который посылается вызывающей стороне при возникновении прерывания. Для всех других запросов это идентификатор ловушки ядра, возвращаемый ядром.

- параметры ответа:

`IRQ_HOOK_ID` : идентификатор ловушки ядра, ассоциированный с драйвером.

- возвращаемый результат:

`EINVAL`: ошибка запроса: IRQ линия, `IRQ_HOOK_ID`, или номер процесса<sup>2</sup>.

`EPERM`: только владелец `IRQ_HOOK_ID` может переключать прерывания или освобождать ловушку.

`ENOSPC`: не может быть найдено свободных ловушек.

`OK`: запрос успешно обслужен.

- библиотечные функции:

```
int sys_irqctl(int request, int irq_vec, int policy,
               int *hook_id);
```

```
int sys_irqsetpolicy(int irq_vec, int policy, int *hook_id);
```

```
int sys_irqrmpolicy(int irq_vec, int *hook_id);
```

```
int sys_irqenable(int hook_id);
```

```
int sys_irqdisable(int hook_id);
```

`SYS_KILL`: послать сигнал процессу от лица системного сервера. Системный процесс может послать сигнал другому процессу этим вызовом. Ядро уведомляет PM о задержанном сигнале для последующей обработки. (Отметим, что POSIX вызов `kill()` напрямую обрабатывается PM.) PM использует этот вызов, чтобы опосредованно послать сигнальное сообщение системному процессу. Такое случается, когда сигнал поступает для системного процесса, который установил специальный `SIG_MESS` сигнальный обработчик с помощью POSIX вызова `sigaction()`.

- параметры запроса:

`SIG_PROC_NR` : процесс, которому будет послан сигнал.

`SIG_NUMBER` : номер сигнала. Диапазон от 0 до `NSIG`.

- возвращаемый результат:

`OK`: вызов успешный.

`EINVAL`: недопустимый процесс или номер сигнала.

`EPERM`: невозможно послать сигнал задаче ядра; PM не может послать сигнал

---

<sup>2</sup> Так в оригинале, хотя номер процесса в запросе не фигурирует.

пользовательскому процессу посредством уведомляющего сообщения.

- библиотечные функции:

```
int sys_kill(int proc nr, int sig nr);
```

**SYS\_MEMSET**: записать 4-байтный шаблон в индицируемую область памяти. Этот вызов используется PM для обнуления BSS сегмента при POSIX вызове `exec()`. Ядро запрашивается для выполнения этой работы из соображений производительности.

- параметры запроса:

*MEM\_PTR* : физический базовый адрес области памяти.

*MEM\_COUNT* : протяжённость в байтах области памяти.

*MEM\_PATTERN* : 4-х байтовый шаблон, который должен быть записан.

- возвращаемый результат:

ОК: этот вызов всегда успешен.

- библиотечные функции:

```
int sys_memset(long pattern, phys bytes base,  
               phys bytes length);
```

**SYS\_NEWMAP**: установить новое отображение памяти для нового процесса, создаваемого `fork()`, или если отображение памяти процесса изменяется. Ядро выбирает новое отображение памяти из PM и обновляет свои структуры данных.

- параметры запроса:

*PR\_PROC\_NR* : Install new map for this process.

*PR\_MEM\_PTR* : Pointer to memory map at PM.

- возвращаемый результат:

ОК: новое отображение было успешно установлено.

EFAULT: некорректный адрес нового отображения памяти.

EINVAL: неверный номер процесса.

- библиотечные функции:

```
int sys_newmap(int proc nr, struct mem map *ptr);
```

**SYS\_NICE**: Изменить приоритет процесса. Это достигается передачей значения изменения приоритета между `PRIO_MIN` (отрицательное) и `PRIO_MAX` (положительное). Значение 0 восстанавливает приоритет в умалчиваемое значение.

- параметры запроса:

*PR\_PROC\_NR* : процесс, чей приоритет должен быть изменён.

*PR\_PRIORITY* : новое изменение приоритета для процесса.

- возвращаемый результат:

ОК: новое значение приоритета установлено.

EINVAL: недопустимое значение номера процесса или приоритета.

EPERM: невозможно изменить приоритет задачи ядра.

- библиотечные функции:

```
int sys_nice(int proc nr, int priority);
```

**SYS\_PHYSCOPY**: копировать данные, используя физическую адресацию. Источник и приёмник могут быть виртуальными подобно `SYS_VIRCOPY`, но в дополнение произвольный физический адрес принимается в качестве `PHYS_SEG`.

- параметры запроса:

*CP\_SRC\_SPACE* : сегмент источника.



*CP\_SRC\_ADDR* : виртуальный адрес источника.  
*CP\_SRC\_PROC NR* : номер процесса источника.  
*CP\_DST\_SPACE* : сегмент получателя.  
*CP\_DST\_ADDR* : виртуальный адрес получателя.  
*CP\_DST\_PROC\_NR* : номер процесса получателя.  
*CP\_NR\_BYTES* : число байт для копирования.

- возвращаемый результат:

ОК: копирование произведено.  
EDOM: неверный счётчик копирования.  
EFAULT: виртуально в физическое отображение потеряно.  
EINVAL: некорректный сегмента тип, или номер процесса.  
EPERM: только владелец *REMOTE\_SEG* может копировать в него или из него.

- библиотечные функции:

```
int sys_abcscopy(phys_bytes_src phys, phys_bytes dst phys,  
                phys_bytes count);  
int sys physcopy(int src_proc, int src_seg, vir_bytes src_vir,  
                int dst_proc, int dst_seg,  
                vir_bytes dst_vir, phys_bytes count);
```

*SYS\_PHYSVCOPY*: копировать множественные блоки данных, используя физическую адресацию. Запрашиваемый вектор выбирается вызывающей стороной, и каждый элемент вектора обслуживается подобно запросу *SYS\_PHYSCOPY*. Копирование продолжается до тех пор, пока все элементы будут обслужены, или будет наблюдаться ошибка.

- параметры запроса:

*VCP\_VEC\_SIZE* : число элементов в запрошенном векторе.  
*VCP\_VEC\_ADDR* : виртуальный адрес вектора, запрошенного вызывающей стороной.

- параметры ответа:

*VCP\_NR\_OK* : число элементов успешно скопированных.

- возвращаемый результат:

ОК: копирование выполнено.  
EDOM: недопустимый счётчик копирования.  
EFAULT: отображение виртуального в физическое потеряно.  
EINVAL: копируемый вектор слишком велик, некорректный сегмент,  
или недопустимый процесс.  
EPERM: только собственник *REMOTE\_SEG* может копировать в него, или из него.

- библиотечные функции:

```
int sys physvcopy(phys_cp_req *copy_vec,  
                int vec_size, int *nr_ok);
```

*SYS\_PRIVCTL*: получение частных структур привилегий, и обновление привилегий процесса. Это используется при динамическом старте системных сервисов.

- параметры запроса:

*CTL\_PROC\_NR* : процесс, чьи привилегии должны быть обновлены.

- возвращаемый результат:

ОК: вызов успешен.  
EINVAL: недопустимый номер процесса.  
ENOSPC: не найдено свободной структуры привилегий.

- примечания:

Этот системный вызов будет расширять обеспечивать улучшенную, с двух сторон, и

поддержку и проверку защищённости, для серверов или драйверов, которые должны загружаться динамически. Это работа на будущее.

- библиотечные функции:

-

*SYS\_SDEVIO*: осуществить I/O на устройстве, по поручению драйвера устройства пользовательского пространства. Заметим, что этот запрос поддерживает только байтовую или пословную гранулярность операции. Драйвер может запросить ввод или вывод полного буфера. Дополнительно смотри вызовы ядра *SYS\_DEVIO* и *SYS\_VDEVIO*.

- параметры запроса:

*DIO\_REQUEST* : ввод или вывод.

" *DIO\_INPUT* считать значение из *DIO\_PORT*.

" *DIO\_OUTPUT* записать *DIO\_VALUE* в *DIO\_PORT*.

*DIO\_TYPE* : флаг, индицирующий тип значения.

" *DIO\_BYTE* байт.

" *DIO\_WORD* слово.

*DIO\_PORT* : порт для чтения или записи.

*DIO\_PROC\_NR* : номер процесса где находится буфер.

*DIO\_VEC\_ADDR* : виртуальный адрес буфера.

*DIO\_VEC\_SIZE* : число элементов ввода или вывода.

- параметры ответа:

*DIO\_VALUE* : значение, считанное с заданного порта, для *DIO\_INPUT* только.

- возвращаемый результат:

ОК: операция I/O на порту успешно выполнена.

EINVAL: недопустимый запрос или для порта гранулярность.

EPERM: не возможно выполнение I/O для задачи ядра.

EFAULT: неверный виртуальный адрес буфера.

- библиотечные функции:

```
int sys_insb(port_t port, u8_t buffer, int count);
int sys_insw(port_t port, u16_t buffer, int count);
int sys_outsb(port_t port, u8_t buffer, int count);
int sys_outsw(port_t port, u16_t buffer, int count);
int sys_sdevio(int req, long port, int io_type,
               void *buffer, int count);
```

*SYS\_SEGCTL*: добавить сегмент памяти к LDT процесса, и его удалённой картой памяти. Этот вызов возвращает селектор и смещение, которые могут быть использованы для непосредственного доступа к удалённому сегменту, так же, как индекс в удалённой карте памяти, который может быть использован в вызове ядра *SYS\_VIRCOPY*.

- параметры запроса:

*SEG\_PHYS* : физический базовый адрес сегмента.

*SEG\_SIZE* : размер сегмента.

- параметры ответа:

*SEG\_INDEX* : индекс в удалённой карте памяти.

*SEG\_SELECT* : селектор сегмента для LDT входа.

*SEG\_OFFSET* : смещение в пределах сегмента; ноль, в противном случае гранулярность 4К используется.

- возвращаемый результат:

ENOSPC: нет свободного слота в удалённой карте памяти и LDT.

ОК: дескриптор сегмента успешно добавлен.

- библиотечные функции:

```
int sys_segctl(int *index, u16_t *seg, vir_bytes *off,  
phys_bytes phys, vir_bytes size);
```

*SYS\_SIGRETURN*: возврат из обработчика сигнала стиля POSIX. PM запрашивает ядро привести все атрибуты в порядок, прежде, чем сигнализировать что процесс может продолжить выполнение. Также смотри вызов ядра *SYS\_SIGSEND*, который заталкивает фрейм сигнального контекста в стек.

- параметры запроса:

*SIG\_PROC* : индицирует процесс, который уведомляется.

*SIG\_CTXT\_PTR* : указатель на контекстную структуру обработчика сигнала стиля POSIX.

- параметры ответа:

*SIG\_PROC* : возвращает следующий процесс с отложенными сигналами, или NONE возвращаемое значение.

- возвращаемый результат:

ОК: действие по обработке сигнала успешно осуществлено.

EINVAL: неверные номер процесса, или контекстная структура.

EFAULT: ошибочный адрес контекстной структуры, или невозможно скопировать сигнальный фрейм.

- библиотечные функции:

```
int sys_sigreturn(int proc_nr, struct sigmsg *sig_context);
```

*SYS\_SIGSEND*: сигнализировать процессу от лица PM о помещении контекстной структуры в стек. Ядро выбирает структуру, инициализирует её, и копирует её в пользовательский стек.

- параметры запроса:

*SIG\_PROC* : индицирует процесс, который уведомляется.

*SIG\_CTXT\_PTR* : указатель на контекстную структуру обработчика сигнала стиля POSIX.

- параметры ответа:

*SIG\_PROC* : возвращает следующий процесс с отложенными сигналами, или NONE возвращаемое значение.

- возвращаемый результат:

ОК: действие по обработке сигнала успешно осуществлено.

EINVAL: неверный номер процесса.

EPERM: нельзя сигнализировать задаче ядра.

EFAULT: ошибочный адрес контекстной структуры, или невозможно скопировать сигнальный фрейм.

- библиотечные функции:

```
int sys_sigsend(int proc_nr, struct sigmsg *sig_context);
```

*SYS\_SETALARM*: установить или сбросить синхронный таймер тревоги. Когда выдержка таймера истечёт, это приведёт в действие то, что *SYN\_ALARM* уведомляющее сообщение, с текущим оперативным временем как аргумент, будет послано вызывающей стороне. Только системные процессы могут запрашивать синхронные тревоги.

- параметры запроса:

*ALRM\_EXP\_TIME* : абсолютная или относительная выдержка времени, в тиках, для этой тревоги.

*ALRM\_ABS\_TIME* : ноль, если выдержка времени есть относительной

к текущему оперативному времени.

- параметры ответа:

*ALRM\_TIME\_LEFT* : тиков, оставшихся на предыдущей тревоге.

- возвращаемый результат:

ОК: тревога успешно установлена.

EPERM: пользовательский процесс не может запрашивать тревоги.

- библиотечные функции:

```
int sys_setalarm(clock_t expire_time, int abs flag);
```

*SYS\_TIMES*: получить оперативное время ядра со времени загрузки и времена выполнения процесса.

- параметры запроса:

*T\_PROC\_NR* : процесс, для которого получить информацию по временам, или NONE.

- параметры ответа:

*T\_USER\_TIME* : время процесса в пользовательском режиме, если валидный номер.

*T\_SYSTEM\_TIME* : время процесса в режиме системы, если валидный номер.

*T\_BOOT\_TICKS* : число тиков с последней загрузки MINIX.

- возвращаемый результат:

ОК: этот вызов всегда успешен.

- библиотечные функции:

```
int sys_times(int proc_nr, clock_t *ptr);
```

*SYS\_TRACE*: мониторинг или управление выполнением заданного процесса. Обслуживает отладочные команды, поддерживаемые системным вызовом *ptrace()*.

- параметры запроса:

*CTL\_REQUEST* : трассировочный запрос.

" *T\_STOP*     остановить процесс.

" *T\_GETINS*   возвратить значение из пространства команд.

" *T\_GETDATA*   возвратить значение из пространства данных.

" *T\_GETUSER*   возвратить значение из таблицы процесса.

" *T\_SETINS*    установить значение в пространстве команд.

" *T\_SETDATA*   установить значение в пространстве данных.

" *T\_SETUSER*   установить значение в таблице процесса.

" *T\_RESUME*    возобновить выполнение.

" *T\_STEP*     установить бит трассировки.

*CTL\_PROC\_NR* : номер процесса, который будет трассироваться.

*CTL\_ADDRESS* : виртуальный адрес в пространстве трассируемого процесса.

*CTL\_DATA*: данные, которые должны быть записаны.

- параметры ответа:

*CTL\_DATA*: данные, которые возвращены.

- возвращаемый результат:

ОК: успешная операция трассировки.

EIO: устанавливаемое или запрашиваемое значение утеряно.

EINVAL: не поддерживаемый запрос трассировки.

PERM: трассироваться может только пользовательский процесс.

- библиотечные функции:

```
int sys_trace(int request, int proc_nr,  
              long addr, long *data_ptr);
```

**SYS\_UMAP**: отобразить виртуальный адрес в физический и вернуть физический адрес. Виртуальный адрес может быть из **LOCAL\_SEG**, **REMOTE\_SEG**, или **BIOS\_SEG**. Смещение в байтах может быть передано, для того, чтобы убедиться, что оно действительно попадает внутрь сегмента.

- параметры запроса:

**CP\_RC\_PROC\_NR** : номер процесса, к которому относится адрес.

**CP\_SRC\_SPACE** : идентификатор сегмента.

**CP\_SRC\_ADDR** : смещение в рамках сегмента.

**CP\_NR\_BYTES** : число байт от начала.

- параметры ответа:

**CP\_DST\_ADDR** : физический адрес, если отображение успешно.

- возвращаемый результат:

ОК: копирование было выполнено<sup>3</sup>.

EFAULT: отображение виртуального в физический утеряно.

EINVAL: некорректный тип сегмента или номер процесса.

- примечания:

Нулевой адрес внутри **BIOS\_SEG** возвращает EFAULT, тогда как нулевой BIOS вектор прерывания фактически является валидным адресом.

- библиотечные функции:

```
int sys_umap(int proc_nr, int seg, vir_bytes vir_addr,  
             vir_bytes count, phys_bytes *phys_addr);
```

**SYS\_VDEVIO**: осуществить серию I/O операций от лица пользовательского процесса. Вызов принимает указатель на массив пар (порт, значение) которые должны быть обслужены одновременно. Аппаратные прерывания временно запрещаются, чтобы воспрепятствовать возможности пекету I/O вызовов быть прерванным. См. также **SYS\_DEVIO** и **SYS\_SDEVIO**.

- параметры запроса:

**DIO\_REQUEST** : ввод или вывод.

" **DIO\_INPUT**   читать значение из **DIO\_PORT**.

" **DIO\_OUTPUT**   писать **DIO\_VALUE** в **DIO\_PORT**.

**DIO\_TYPE** : флаг, индицирующий тип значений.

" **DIO\_BYTE**   тип Byte.

" **DIO\_WORD**   тип Word.

" **DIO\_LONG**   тип Long.

**DIO\_VEC\_SIZE** : число портов, которое должно быть обслужено.

**DIO\_VEC\_ADDR** : виртуальный адрес массива пар (порт, значение)  
в пространстве вызывающей стороны.

- возвращаемый результат:

ОК: операции I/O были успешно выполнены.

EINVAL: ошибочный запрос или гранулярность.

E2BIG: размер вектора превышает максимум, который может быть обслужен.

EFAULT: адрес пар (порт, значение) ошибочный.

- библиотечные функции:

```
int sys_voutb(pvb_pair_t *pvb_vec, int vec_size);  
int sys_voutw(pvw_pair_t *pvw_vec, int vec_size);  
int sys_voutl(pvl_pair_t *pvl_vec, int vec_size);  
int sys_vinb(pvb_pair_t *pvb_vec, int vec_size);
```

---

<sup>3</sup> Так в оригинале, но, очевидно, текст сообщения «переполз» из другого вызова.

```
int sys_vinw(pvw_pair_t *pvw_vec, int vec_size);
int sys_vinl(pvl_pair_t *pvl_vec, int vec_size);
```

SYS\_VIRCOPY: копировать данные используя виртуальную адресацию. Виртуальный адрес может принадлежать трём сегментам: LOCAL\_SEG (сегменты кода, стека, данных), REMOTE\_SEG (такие как RAM диск, видео память), и BIOS\_SEG (BIOS вектора прерываний, BIOS область данных). Это наиболее общий системный вызов относительно копирования.

- параметры запроса:

*CP\_SRC\_SPACE* : сегмент источника.

*CP\_SRC\_ADDR* : виртуальный адрес источника.

*CP\_SRC\_PROC\_NR* : номер процесса для процесса источника.

*CP\_DST\_SPACE* : сегмент назначения.

*CP\_DST\_ADDR* : виртуальный адрес назначения.

*CP\_DST\_PROC\_NR* : номер процесса для процесса назначения.

*CP\_NR\_BYTES* : число байт для копирования.

- возвращаемый результат:

OK: копирование успешно выполнено.

EDOM: ошибочный счётчик копирования.

EFAULT: отображение виртуального в физический потеряно.

EPERM: нет прав использования PHYS\_SEG.

EINVAL: некорректный тип сегмента, или номер процесса.

EPERM: только собственник REMOTE\_SEG может копировать в него и из него.

- библиотечные функции<sup>4</sup>:

```
int sys_biosin(vir_bytes bios_vir, vir_bytes dst_vir,
              vir_bytes bytes);
```

```
int sys_biosout(vir_bytes src_vir, vir_bytes bios_vir,
               vir_bytes bytes);
```

```
int sys_datacopy(vir_bytes src_proc, vir_bytes src_vir,
                 dst_proc, dst_vir, vir_bytes bytes);
```

```
int sys_textcopy(vir_bytes src_proc, vir_bytes src_vir,
                 dst_proc, dst_vir, vir_bytes bytes);
```

```
int sys_stackcopy(vir_bytes src_proc, vir_bytes src_vir,
                  dst_proc, dst_vir, vir_bytes bytes);
```

```
int sys_vircopy(int src_proc, int src_seg, vir_bytes src_vir,
                int dst_proc, int dst_seg, vir_bytes dst_vir,
                phys_bytes bytes);
```

SYS\_VIRVCOPY: копировать множество блоков данных используя виртуальную адресацию. Запрашиваемый вектор выбирается на вызывающей стороне, и каждый элемент обслуживается подобно отдельному запросу SYS\_VIRCOPY. Копирование продолжается до тех пор, пока все элементы будут откопированы, или наступит ошибка.

- параметры запроса:

*VCP\_VEC\_SIZE* : число элементов запрашиваемого вектора.

*VCP\_VEC\_ADDR* : виртуальный адрес запрашиваемого вектора на вызывающей стороне.

- параметры ответа:

*VCP\_VEC\_OK* : число элементов успешно скопированных.

- возвращаемый результат:

OK: копирование успешно выполнено.

---

4 Здесь в прототипах функций у автора — путаница в параметрах.

EDOM: ошибочный счётчик копирования.

EFAULT: отображение виртуального в физический потеряно.

EPERM: нет прав использования PHYS\_SEG.

EINVAL: вектор копирования слишком велик, некорректный тип сегмента,  
или недопустимый процесс.

EPERM: только собственник REMOTE\_SEG может копировать в него и из него.

- библиотечные функции:

```
int sys_virvcopy(vir_cp_req *copy_vec, int vec_size,  
                int *nr_ok);
```

Перевод: О.Цилюрик , ред. от 18.12.2009

Оригинал находится по адресу:

<http://www.minix3.ru/docs/kernel-api.pdf>

«MINIX 3 Kernel API»