

Каналы

Каналы

Обеспечивают передачу информации в виде потока байтов без сохранения границ сообщений.

Каналы бывают:

- неименованные (каналы)
- именованные (FIFO-файлы)

Неименованные каналы

Нет имени.

Взаимодействовать при помощи неименованных каналов могут только родственные (имеющие общего родителя или родитель и дочерний процесс) процессы.

СИСТЕМНЫЕ ВЫЗОВЫ

```
int pipe(int fd[2]);
```

```
int pipe2(int fd[2], int flags);
```

```
O_NONBLOCK (O_NDELAY)
```

```
O_CLOEXEC
```

Последовательность действий

- Создать канал
- Создать процесс
- В каждом из процессов закрыть неиспользуемый дескриптор
- По окончании работы закрыть используемый дескриптор

Каналы предназначены только для передачи информации в одном направлении.

Каждый процесс должен иметь для каждого канала только один открытый дескриптор.

Для двустороннего обмена информацией следует использовать два канала.

Правила для каналов (1)

- При чтении меньшего числа байтов, чем находится в канале, возвращается требуемое число байтов, остаток сохраняется для последующих чтений.

Правила для каналов (2)

- При чтении большего числа байтов, чем находится в канале, возвращается доступное число байтов. Необходимо правильно обрабатывать данную ситуацию.

Правила для каналов (3)

- Если канал пуст и ни один процесс не открыл его на запись, при чтении будет прочитано ноль байтов. Если хотя бы один процесс имеет дескриптор канала, открытый на запись, то читающий процесс будет заблокирован.

Правила для каналов (4)

- Операция записи числа байтов меньшего емкости канала является атомарной. Данные от нескольких процессов, пишущих в канал, не перемешиваются.

Правила для каналов (5)

- Операция записи числа байтов большего емкости канала блокирует процесс до освобождения места в канале.
- Запись в канал, не открытый ни одним процессом на чтение, приводит к послылке процессу сигнала SIGPIPE.

Режим без блокировки

При создании канала или при помощи системного вызова `fcntl` файловый дескриптор может быть переведен в неблокирующий режим. В этом случае соответствующие системные вызовы возвращают специальную ошибку `EAGAIN`.

Именованные каналы (1)

Сначала необходимо создать файл типа FIFO. Команда shell `mkfifo` или системный вызов `mknod`. При первом открытии этого файла создается канал. Другие процессы, открывая файл, присоединяются к существующему каналу.

Именованные каналы (2)

При открытии именованного канала в блокирующем режиме процесс может быть переведен в состояние ожидания до появления другого процесса, открывающего тот же самый канал для противоположной операции.

Именованные каналы (3)

В режиме без блокировки одностороннее открытие именованного канала возможно только на чтение. При попытке открытия именованного канала на запись при отсутствующем дескрипторе на чтение приведет к ошибке ENXIO.

Именованные каналы (4)

После получения файлового дескриптора работа с именованным каналом ничем не отличается от неименованного. Канал уничтожается после того, как последний процесс закроет файловый дескриптор.

Именованные каналы (5)

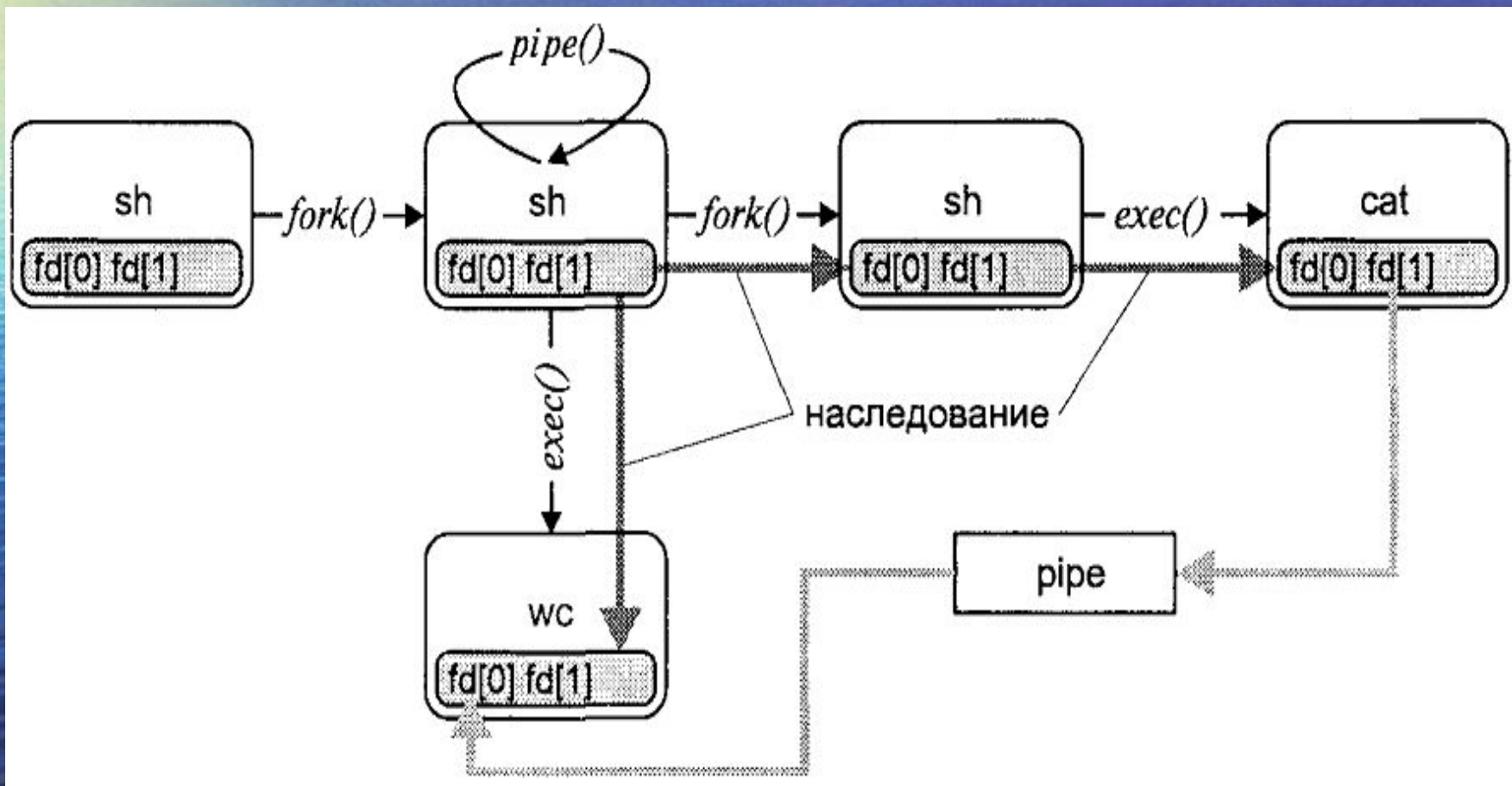
Удаление файла типа FIFO не влияет на уже работающие с данным каналом процессы.

Конвейер команд

Командный интерпретатор shell
использует механизм
неименованных каналов при
создании конвейера команд:

```
$ cat myfile | wc
```

Создание канала в конвейере команд



Блокировки файлов

Блокировки файлов

Обязательные

(mandatory lock)

Рекомендательные

(advisory lock)

Блокировки файлов

Разделяемые

(чтение)

Монопольные

(чтение и запись)

Поля структуры flock

- short l_type – тип блокировки
F_RDLCK, F_WRLCK, F_UNLCK
- short l_whence – точка отсчета,
как в lseek()
- off_t l_start – начало записи
- off_t l_len – длина записи
- pid_t l_pid – pid процесса

СИСТЕМНЫЙ ВЫЗОВ fcntl

```
int fcntl(int fd, int flag, struct  
flock * lock);
```

flag: F_SETLK, F_SETLKW,
F_GETLK

Подсистема ввода/вывода

Драйверы устройств

- Символьные драйверы
- Блочные драйверы
- Драйверы низкого уровня

Символьные драйверы

Устройства с побайтовым обменом данными: модемы, терминалы, принтеры, мышь и т.п.

Отсутствует буферный кэш.
У терминалов специальная буферизация. (ниже)

Блочные драйверы

Обмен данными с устройством фиксированными порциями (блоками). Диски.

Используется буферный кэш.

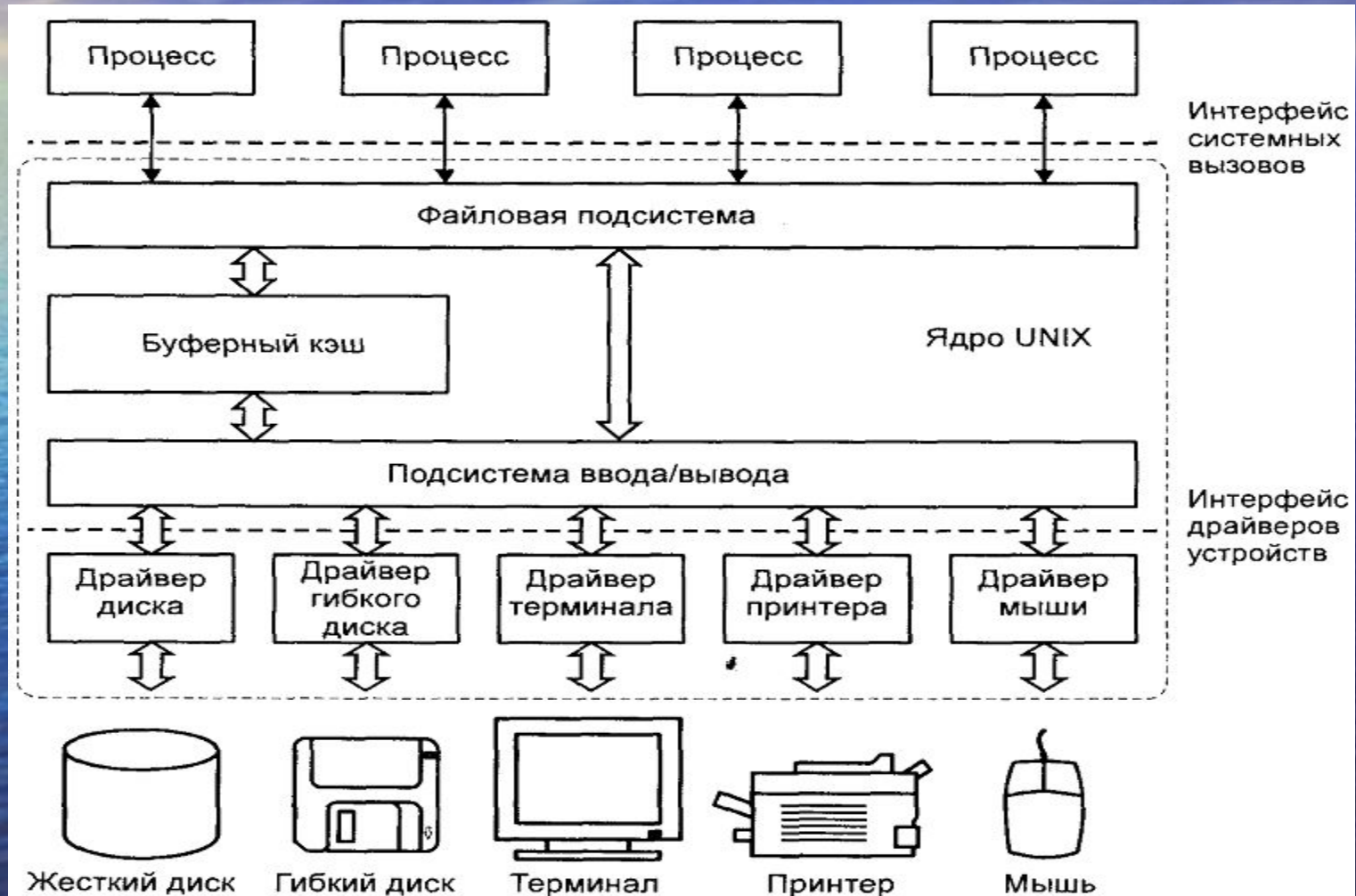
На данных устройствах можно создавать файловые системы.

Драйверы низкого уровня

Второй интерфейс блочных драйверов для обмена данными с устройством в обход буферного кэша.

Обмен может осуществляться порциями, не равными размеру блока, или побайтово.

Драйверы устройств UNIX



Программные драйверы

/dev/kmem

/dev/ksyms

/dev/mem

/dev/null

/dev/zero

/dev/full

/dev/random

Архитектура драйверов

Старший номер (major number) адресует драйвер.

Младший номер (minor number) передается в качестве параметра драйверу и им интерпретируется.

Доступ к драйверу

Коммутатор устройств – структура, содержащая указатели на точки входа (функции) драйвера.

Два коммутатора – для символьных и блочных драйверов.

Элемент массива коммутатора устройств (1)

```
struct bdevsw[] { /* блочный драйвер*/  
int (*d_open)();  
int (*d_close)();  
int (*d_strategy)();  
int (*d_size)();  
int (*d_xhalt)();  
...  
} bdevsw[];
```

Элемент массива коммутатора устройств (2)

```
struct bdevsw[] { /* символный драйвер */  
int (*d_open)();  
int (*d_close)();  
int (*d_read)();  
int (*d_write)();  
int (*d_ioctl)();  
...  
} bdevsw[];
```

Вызов функции драйвера

(*bdevsw[major].d_open) (major, minor, ...);

major и minor могут быть
получены с помощью
специального макроса из
переменной типа dev_t

Драйвер как набор функций

Не все функции поддерживает каждый драйвер. В этом случае используется заглушка.

Все функции имеют двухсимвольный префикс, например `ttopen()` – функция `open()` драйвера `ktet`.

Некоторые функции (1)

ххорен() – все типы драйверов.

Реинициализация физического устройства и внутренних данных драйвера. Например, размещение дополнительных буферов.

Некоторые функции (2)

`xxclose()` – все типы драйверов.

Вызывается, когда число ссылок на драйвер становится равным нулю. Может вызывать физическое отключение устройства.

Некоторые функции (3)

`xxread()`, `xxwrite()` – не поддерживаются блочными драйверами.

Обеспечивает операции чтения и записи с устройством.

Некоторые функции (4)

`xxioctl()` – не поддерживается блочными драйверами.

Обеспечивает общий интерфейс управления устройством. Может определять набор команд управления, передаваемых в драйвер с помощью системного вызова `ioctl()`.

Некоторые функции (5)

`xxintr()` – все типы драйверов.

Вызывается при поступлении прерывания от устройства.

Асинхронная функция для устройств, обслуживаемых по прерыванию.

Некоторые функции (6)

`xxroll()` – все типы драйверов.
Производит опрос устройства на предмет наличия новых данных для чтения или готовности приема данных для записи. Асинхронная функция для устройств, не поддерживающих прерывания.

Некоторые функции (7)

`xxhalt()` – все типы драйверов.

Останов драйвера при останове системы или выгрузке драйвера.

Некоторые функции (8)

`xxstrategy()` – не поддерживается символьными драйверами.

Обеспечивает операции блочного ввода/вывода. Может обеспечивать собственную стратегию выполнения операций целью оптимизации.

Некоторые функции (9)

`xxprint()` – все типы драйверов.

Выводит сообщения драйвера на консоль при загрузке или изменении состояния драйвера.

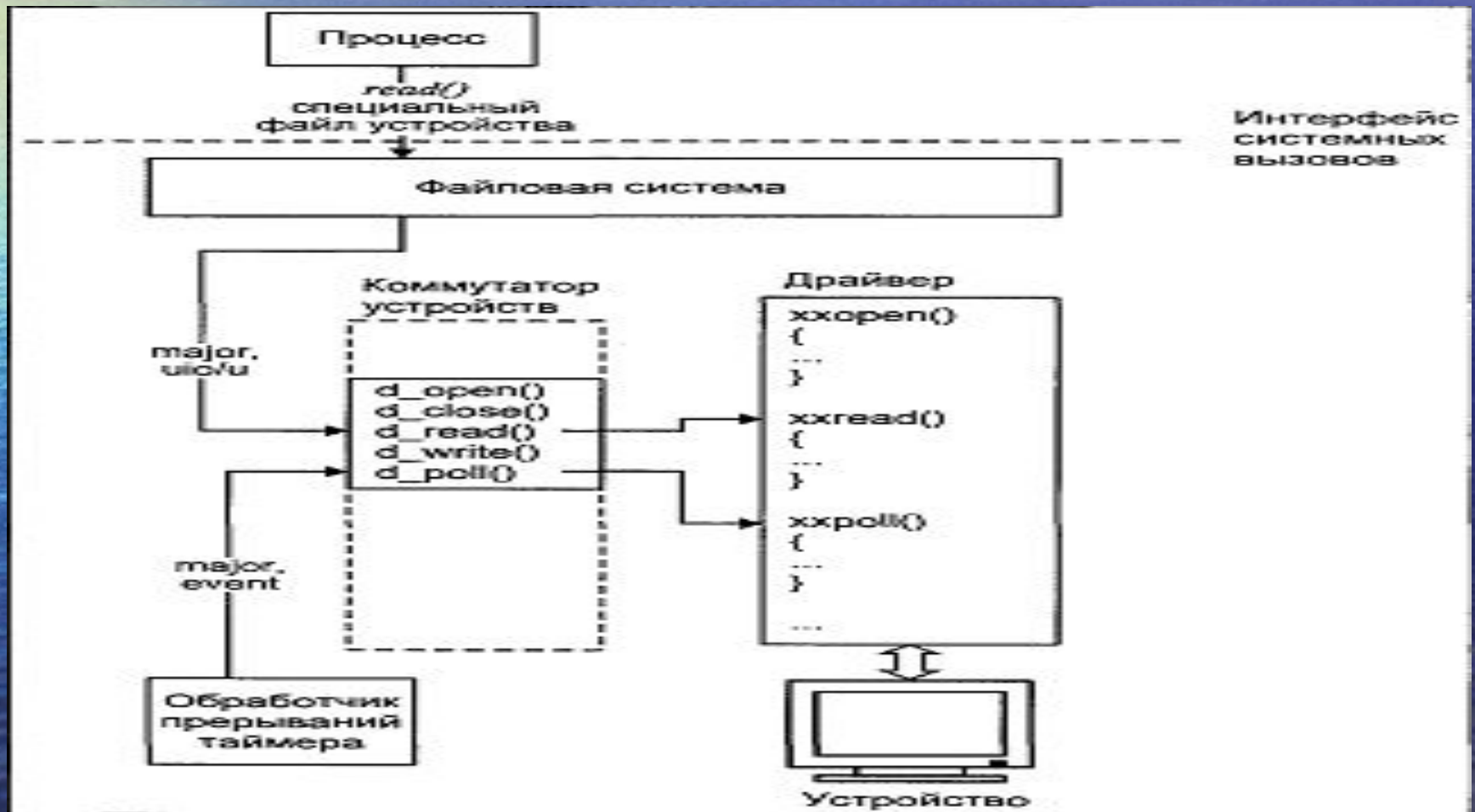
Обращение к драйверу

- Автоконфигурация
- Ввод/вывод
- Обработка прерываний
- Специальные запросы `ioctl()`
- Реинициализация/останов

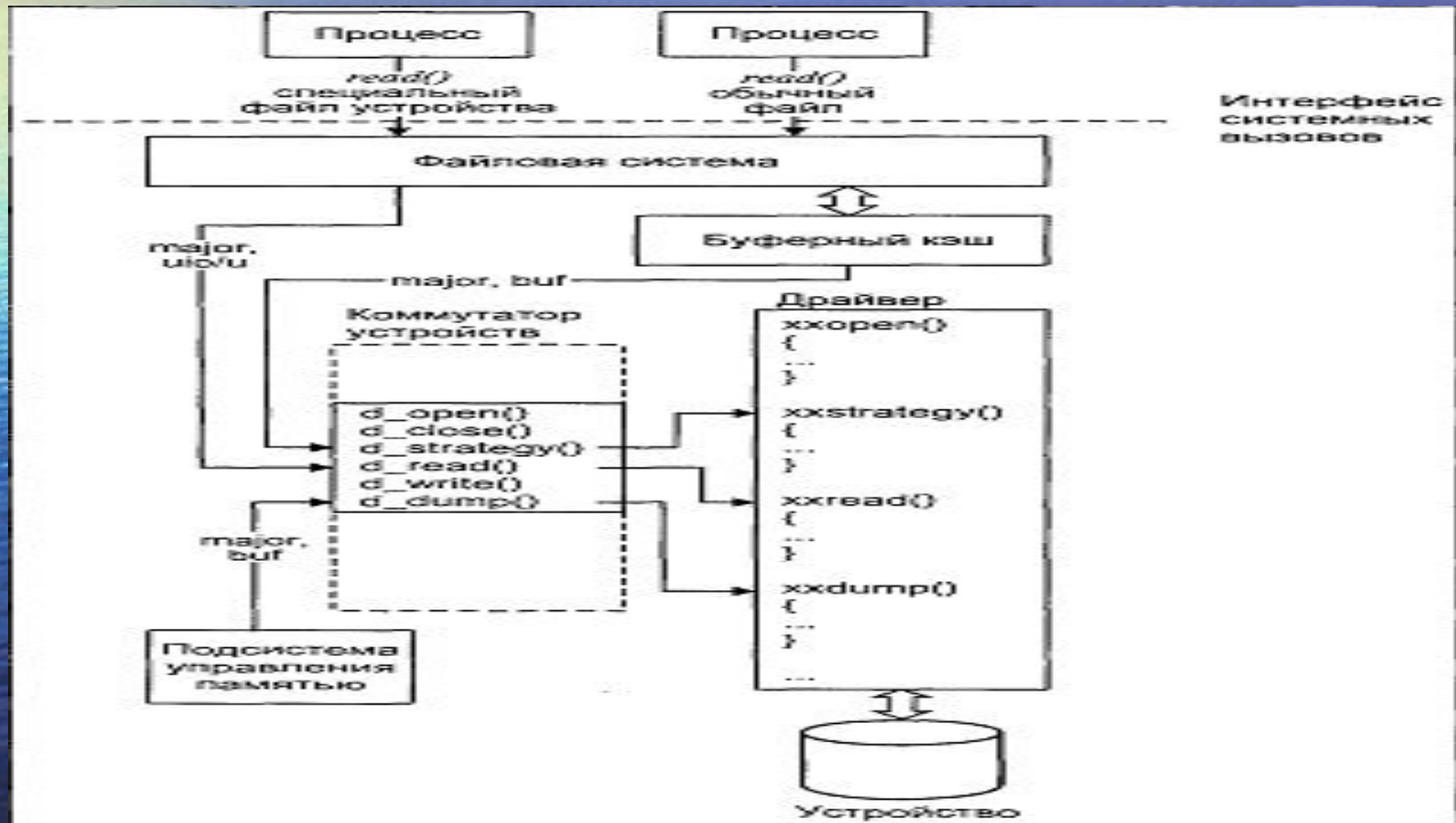
Три контекста вызова

- Контекст задачи (по запросу процесса)
- Системный контекст (по запросу подсистемы ядра, например, страничный демон)
- Контекст прерывания (обработчик прерывания)

Доступ к драйверу СИМВОЛЬНОГО устройства



Доступ к драйверу блочного устройства



Синхронная и асинхронная части драйвера

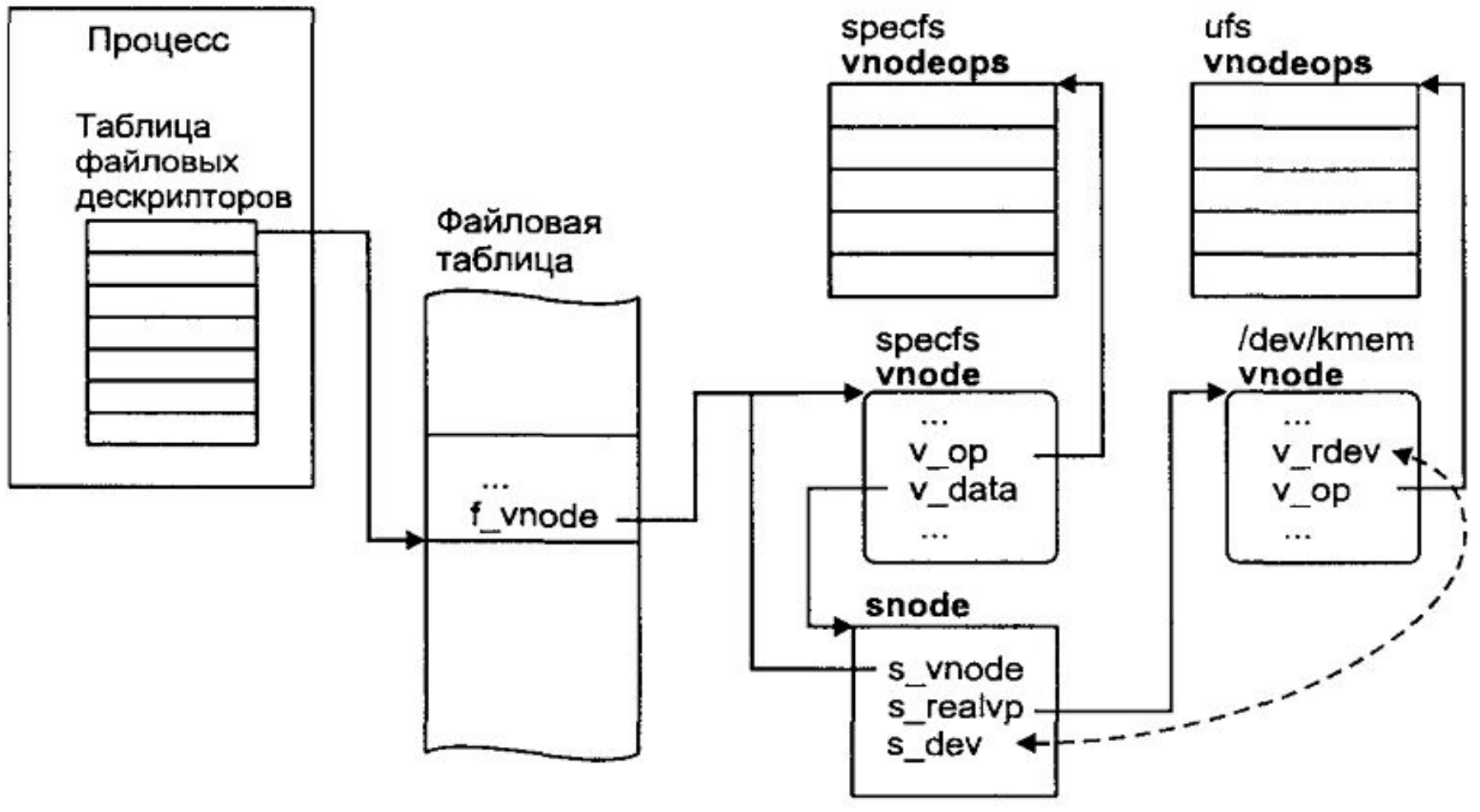
Синхронная (верхняя часть) – по запросу процесса в контексте процесса (доступна u-area).

Асинхронная часть (нижняя часть) – по запросу ядра (прерывания) в другом контексте.

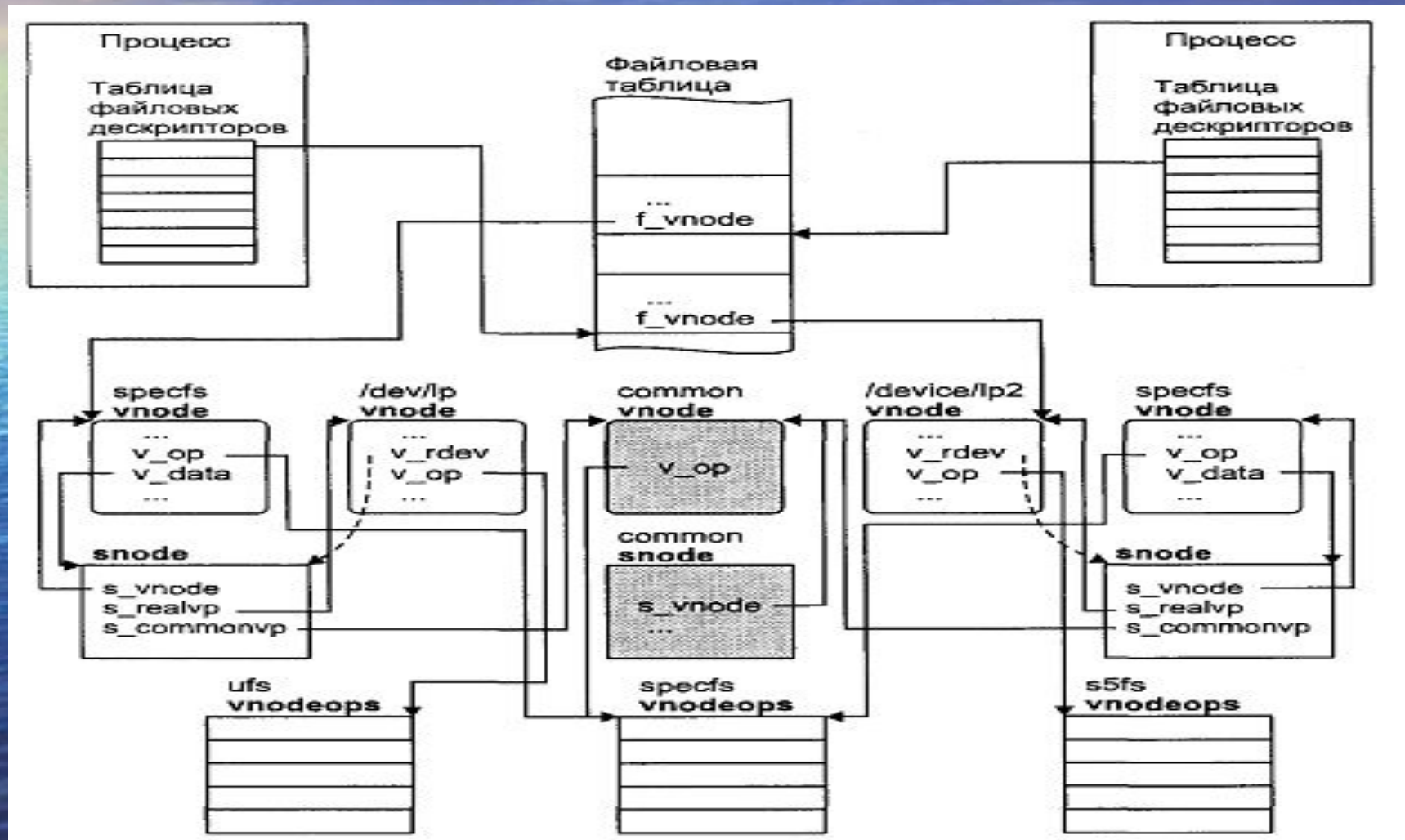
Файловый интерфейс

Используется специальный тип файловой системы devfs (specfs). Часть функций реализуется vnode файловой системы, содержащей файл устройства, а часть – vnode специальной файловой системы.

Работа с простым драйвером



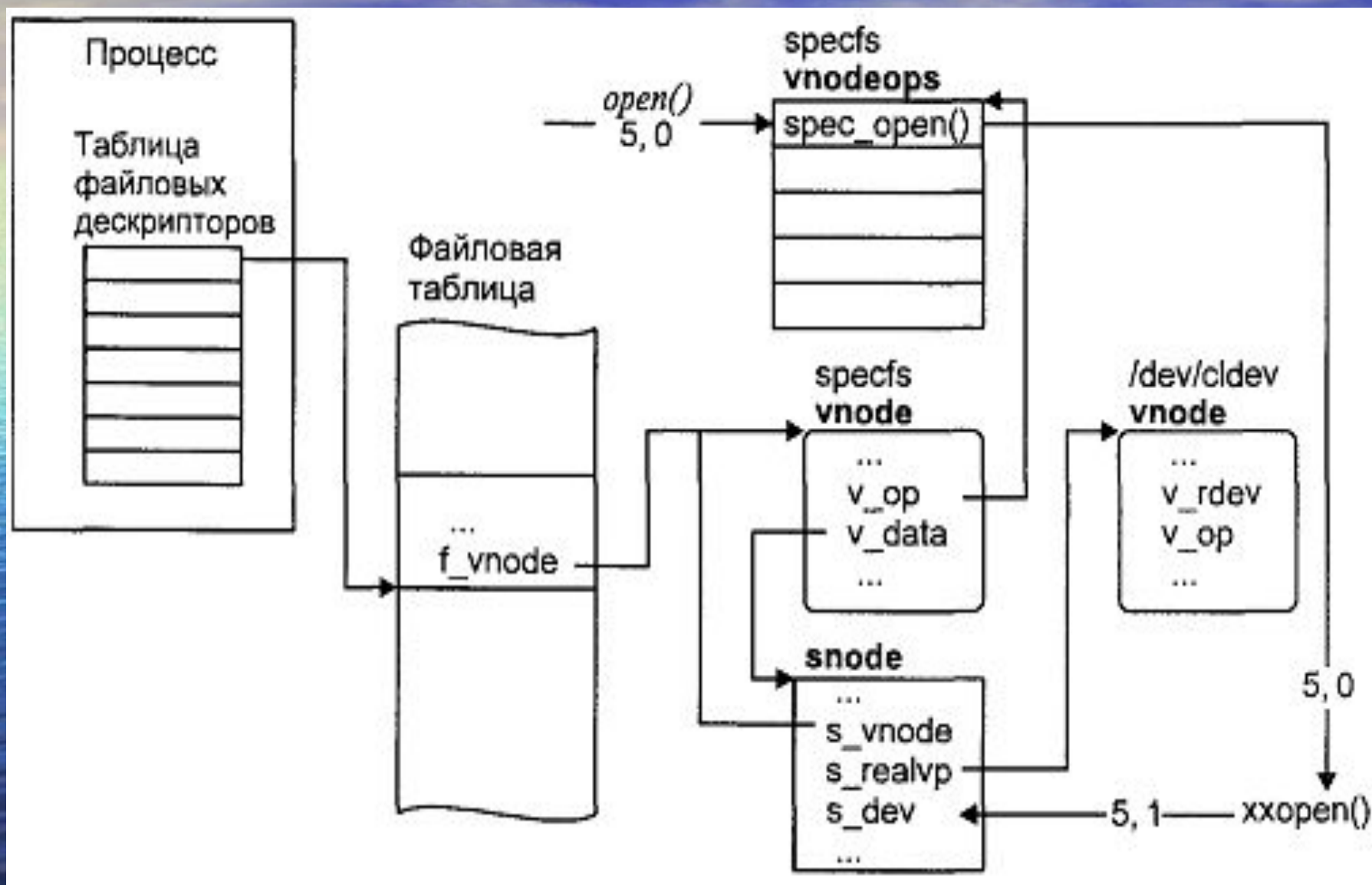
Работа с драйвером реального устройства



Клоны

Специальные устройства, работа с которыми требует создания структур данных для каждого процесса:
псевдотерминалы (pty), сетевые протоколы (ip, icmp, arp, le, tcp, udp). Младший номер генерируется автоматически.

Работа с клонами



Связь драйвера с ядром

- Статические драйверы
- Динамические драйверы

Динамическая установка драйвера (1)

- Размещение и динамическое связывание символов драйвера
- Инициализация драйвера и устройства
- Добавление точек входа драйвера в коммутатор устройств

Динамическая установка драйвера (2)

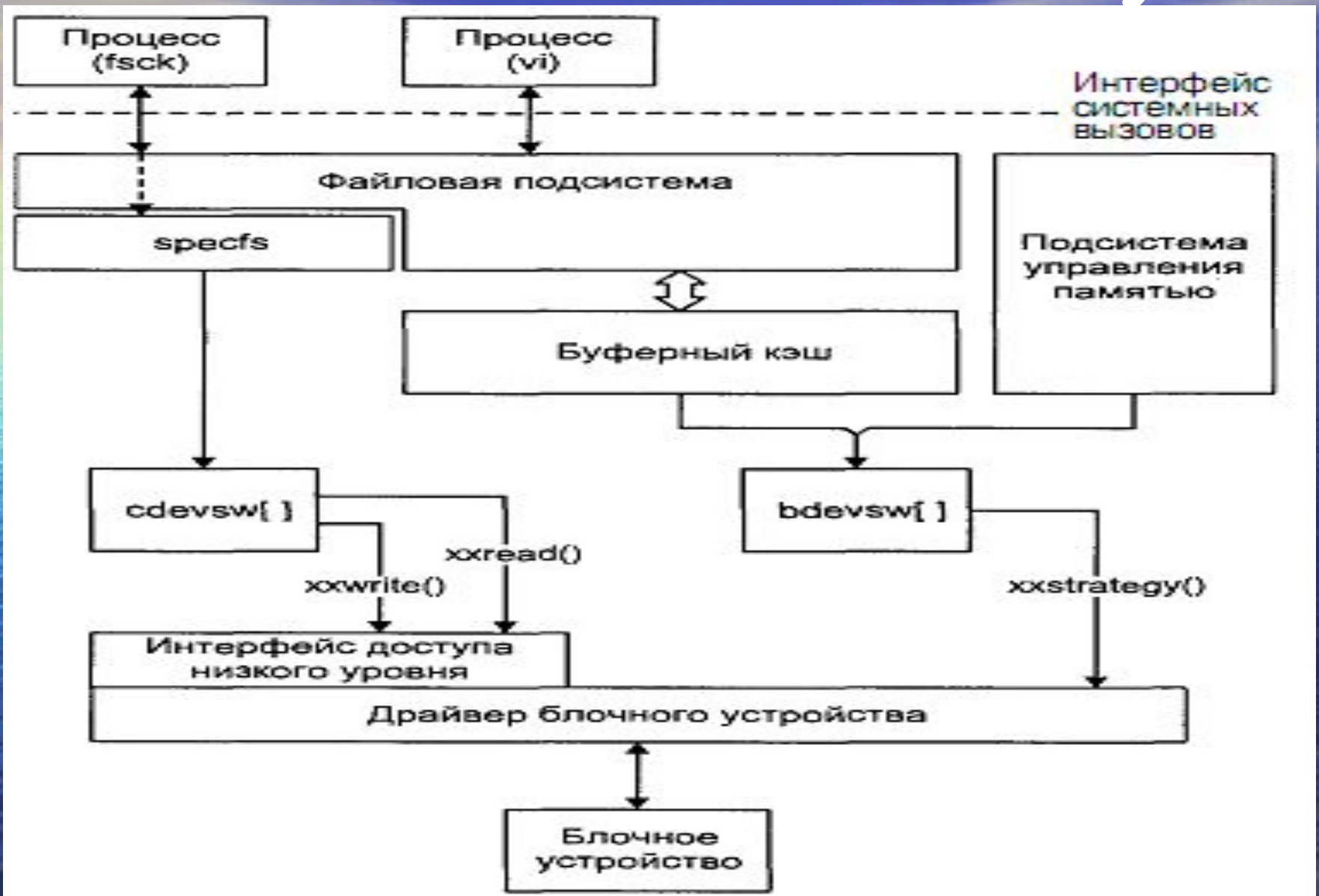
- Установка обработчика прерываний драйвера

Доступ к блочным драйверам

Два интерфейса:

- С использованием буферного кэша
- Напрямую к устройству без буферизации

Различные типы доступа



Буферизация при работе с СИМВОЛЬНЫМ ДРАЙВЕРОМ

Если устройство поддерживает прерывания, то используется функция `xxintr()`

Если устройство не поддерживает прерывания, то — `xxroll()`

Архитектура

терминального доступа

Последовательный интерфейс,
называемый терминальной
линией.

Дисциплина линии —
предварительная обработка
данных после ввода или перед
ВЫВОДОМ.

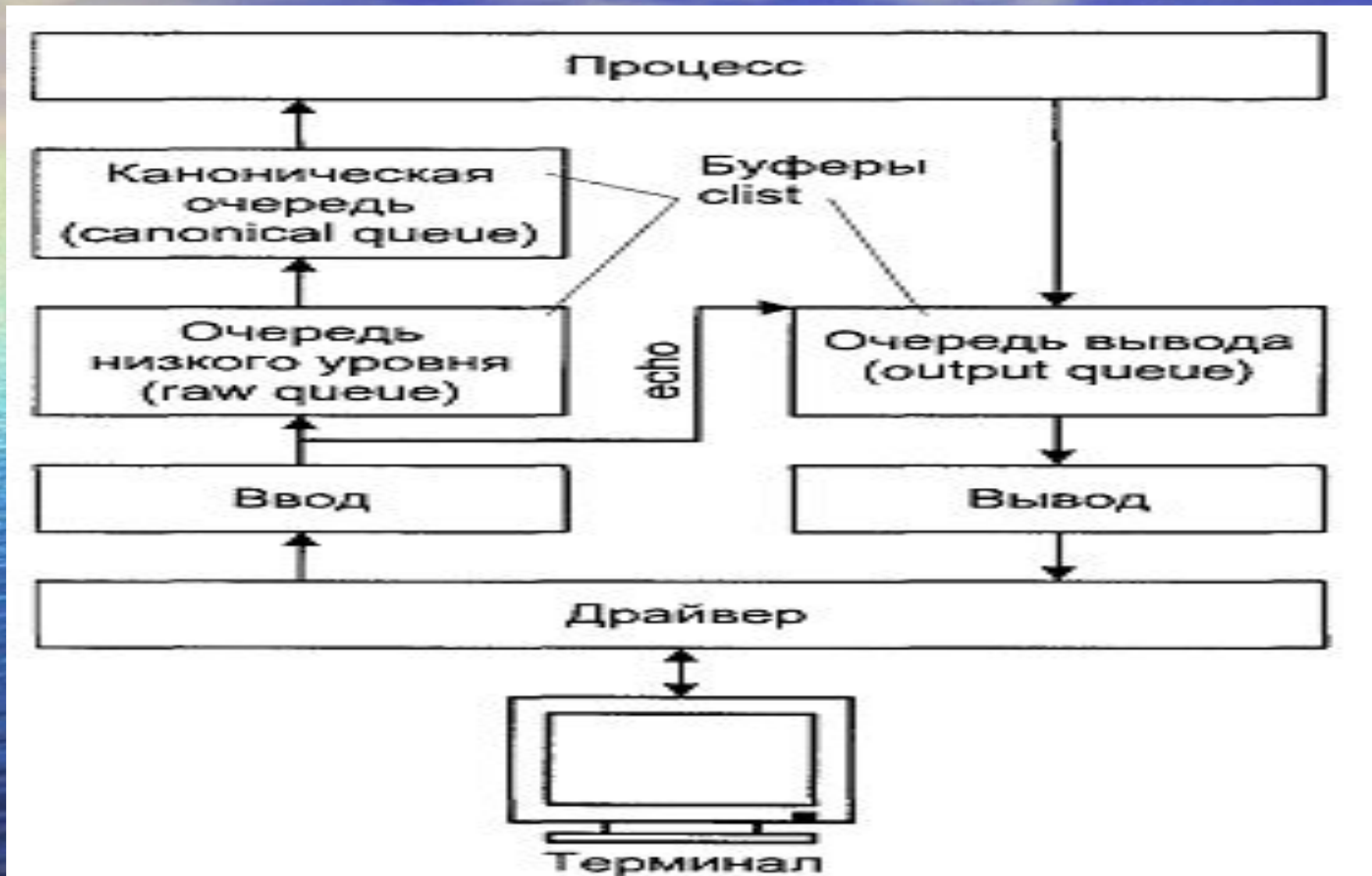
Два режима работы

- Канонический (в виде законченных строк с использованием дисциплины линии)
- Прозрачный (напрямую с устройством)

Дисциплина линии

- Построчный разбор введенных последовательностей
- Обработка символов стирания и удаления всего ввода
- Отображение вводимых символов (эхо)
- Расширение вывода (табуляция)

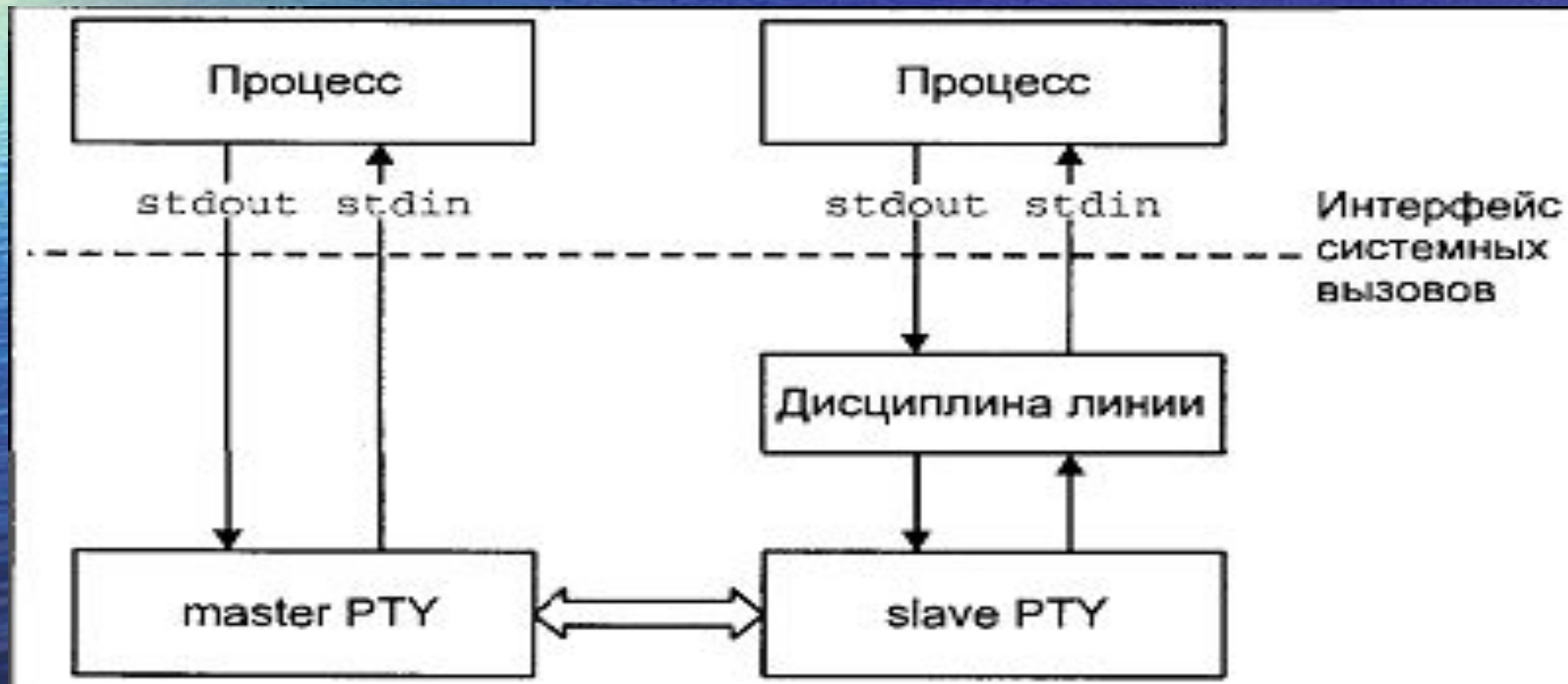
Работа драйвера терминала



Псевдотерминалы

Эмулятор терминала. Драйвер состоит из двух частей: обычный терминальный драйвер (подчиненный slave) и управляющий (основной master).

Взаимодействие процессов с использованием псевдотерминала



Удаленный доступ

