

Лабораторные работы по курсу СПО

Материалы занятий:
<http://edu.cbias.ru>

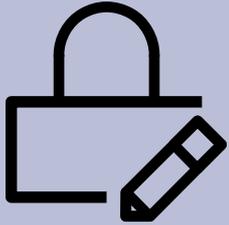
Вопросы по выполнению работ,
возникшие проблемы,
запросы на проверки работ и т.п.:
edu-2026@cbias.ru

Практическое занятие по курсу СПО

**Знакомство
с операционными системами
семейства *nix
на примере ОС ALT Linux Server**

Рассматриваемые темы

- › История развития ОС семейства Unix
- › Общее описание устройства ЭВМ и центрального процессора
- › Порядок начальной загрузки ЭВМ
- › Дисковые устройства, разделы дисков, таблицы разделов
- › Файловые системы, их типы и общее устройство
- › Порядок загрузки операционной системы
- › Архитектура операционных систем *nix
- › Порядок запуска и выполнения процессов
- › Пользователи и процессы
- › Права доступа к файлам
- › Организация файловой системы *nix
- › Стандартная структура файловой системы
- › Командный интерпретатор и его роль в системе
- › Основные команды системы
- › Работа с программными компонентами
- › Менеджеры пакетов
- › Системы инициализации и управление работой демонов



История развития ОС семейства Unix

- 1964 – AT&T, GE и MIT начали разработку MULTICS
- 1969 – AT&T (Bell Labs) выходит из проекта MULTICS
- 1969 – Ken Thompson, Dennis Ritchie, Douglas McIlroy, первая версия UNIX для PDP-7
- 1971, ноябрь – версия для PDP-11 (Edition 1)
- 1969-1973 – создание C
- 1973 – Edition 4, с ядром на C
- 1975 – Edition 5, полностью на C
- 1974 – распространение по университетам
- 1978 – BSD UNIX
- 1980 – начало коммерциализации UNIX, появление многочисленных ветвей системы
- 1988 – стандартизация систем, POSIX

Свободное программное обеспечение

1983 – Richard Stallman, манифест проекта GNU (GNU's Not Unix)

Свободы пользователей программ:

0. Свобода запускать программу в любых целях
1. Свобода изучения работы программы и адаптации её
2. Свобода распространять копии
3. Свобода улучшать программу и публиковать улучшения

Свободные лицензии:

- GNU General Public License, v. 3 (GNU GPL v.3)
- GNU General Public License, v. 2 (GNU GPL v.2)
- GNU Free Documentation License
- BSD
- MIT
- Artistic (Perl license)
- MPL (Mozilla Public License)
- ...

Linux-системы

- 1987 – MINIX
- 1991, сентябрь – анонс разработки Linux
- 1991, 5 октября – 0.02
- 1994, 6 марта – 1.0

- Состав Linux-системы:
ядро + утилиты GNU + сторонние приложения

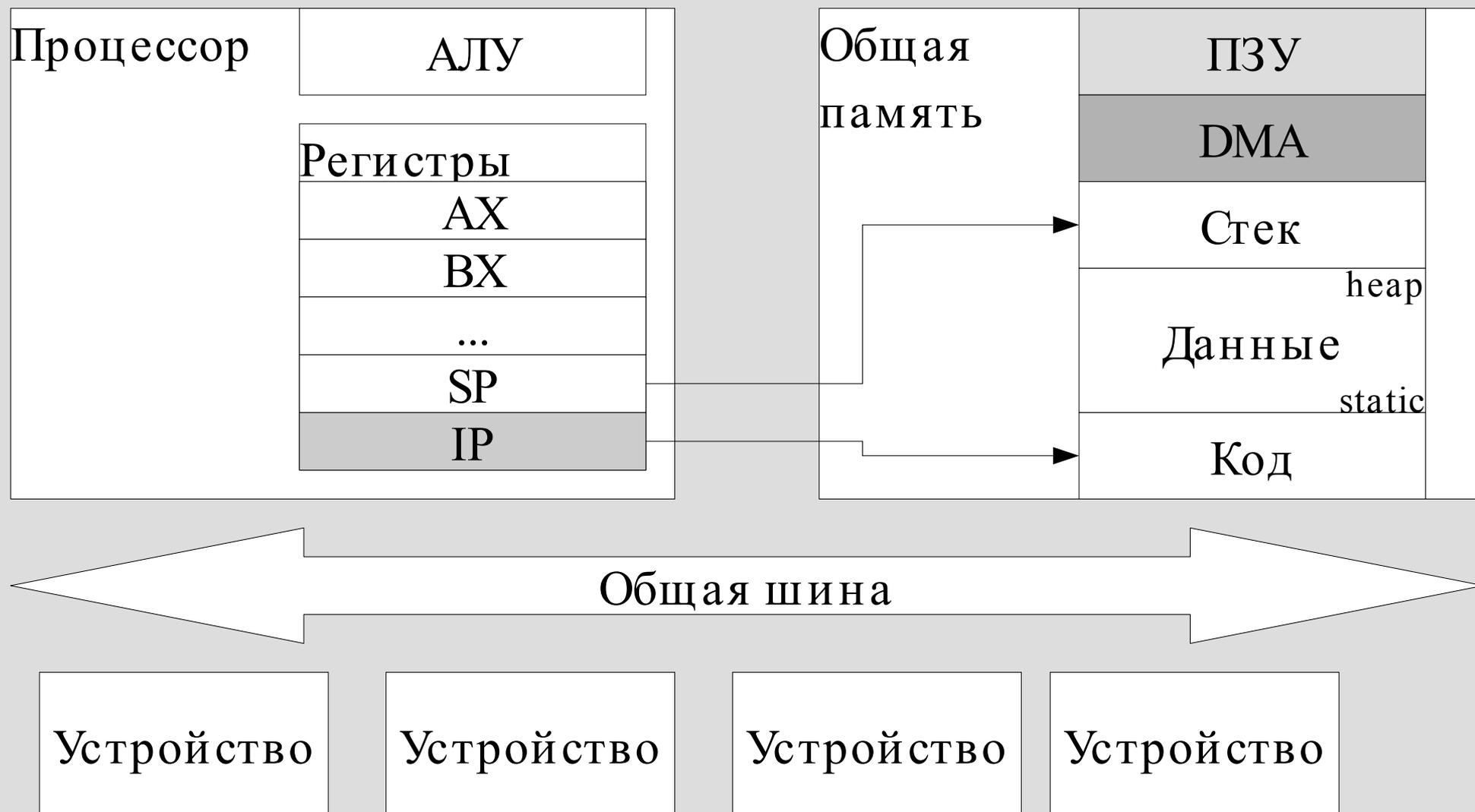
- Дистрибутивы:
Debian, Ubuntu, RedHat, CentOS, Mandriva, Suse, Slackware,
ALT Linux, ASTRA Linux, ...

Устройство ЭВМ

ЭВМ:

- Процессор
 - Арифметически-логическое устройство
 - Регистры
- ОЗУ
- Периферийные устройства
 - Устройства ввода-вывод
 - Накопители данных
 - Сетевые карты
 - Графические адаптеры
 -

Устройство ЭВМ



Загрузка ЭВМ

- Включение питания
- Инициализация процессора
- Начало выполнения кода из ПЗУ
 - Monitor
 - BIOS (Basic Input/Output System)
 - UEFI (Unified Extensible Firmware Interface)
- Инициализация ОЗУ
- Инициализация периферийных устройств
- Определение загрузочного устройства
- Выполнение первичного загрузчика

Дисковые устройства

Накопители данных:

→ Блочные устройства

→ HDD, SSD, оптические диски, сетевые диски, виртуальные диски, дисковые массивы, ...

Геометрия дисков:

- CHS (Cylinder-head-sector)

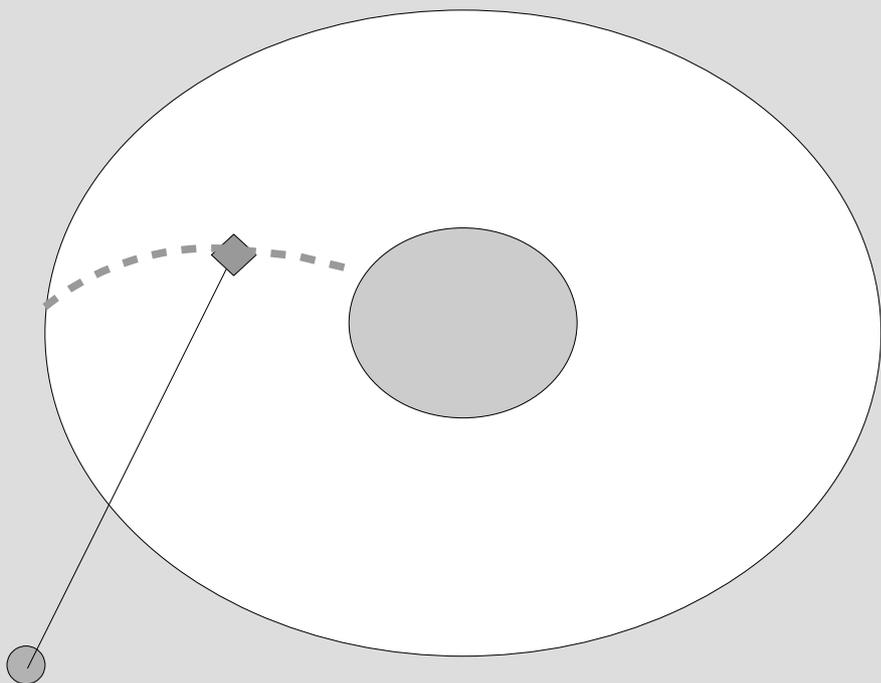
S: 1..63

H: 0..255

C: 0..65535

- LBA (Logical Block Addressing)

- Стандартный блок – 512 байт



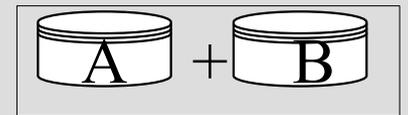
Разделы дисков

Таблицы разделов: MBR, GPT.

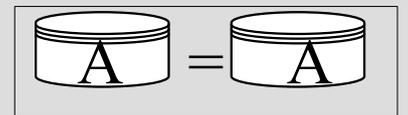
- MBR (Master Boot Record) – 4 раздела
(1 расширенный на 4 дополнительных раздела)
- GPT (GUID Partition Table) – 128 разделов

Дисковые массивы: аппаратные, программные

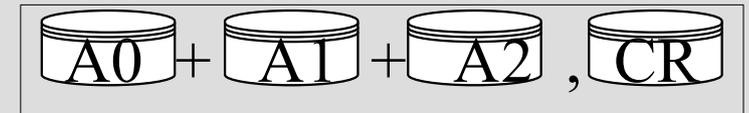
- RAID-0 (два диска вместе)



- RAID-1 (два диска с зеркальной записью)



- RAID-5 (N+1 дисков)



- RAID-6 (N+2 диска)



- RAID-10 (RAID-0 из RAID-1), RAID-50, RAID-60, ...

Менеджеры дисковых томов: LVM

Типы файловых систем

Общего назначения:

- Ext2
- Ext3
- Ext4
- Btrfs
- XFS
- ZFS
- ISOFS (iso9660)
- UDF
- VFAT
- NTFS

Псевдо-файловые системы

- procfs
- sysfs
- udevfs

Сетевые файловые системы

- NFS
- CIFS

Специализированные файловые системы

- tmpfs
- jffs2
- squashfs

Устройство файловых систем

FAT:

- таблица размещения файлов
- корневой каталог
- подкаталоги

| | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| 1 | 5 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | FE | 0 | 0 |
| FE | 0 | 13 | 14 | FE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 22 | 23 | 24 | 28 | 26 | FE | 0 | 25 | 0 |

| | | | | |
|----------|-----|----|--------|-----------|
| FILENAME | EXT | 21 | размер | даты, пр. |
|----------|-----|----|--------|-----------|

EXT2:

- inode:
 - список блоков с данными файла
 - метаинформация: владелец, группа владельца, права доступа, даты создания, изменения и последнего доступа, количество ссылок на файл, расширенные атрибуты
- каталоги:
 - имя файла и его тип
 - номер inode для файлов и каталогов

Устройство файловых систем

Типы файлов:

- обычный файл (file)
- каталог (directory)
- символическая ссылка (soft link)
- устройство (device): символическое, блочное (char, block)
- именованные каналы ввода-вывода (named pipe)
- сокеты (socket)
- двери (door)

Жёсткие ссылки (hard link) – записи в каталогах для inode

Отказоустойчивость файловых систем:

- Журналируемые файловые системы: ext3, ext4, XFS, ...
- Файловые системы CoW: Btrfs, ZFS, XFS+расширение reflink

Фрагментация файловых систем

Снимки состояния файловых систем

Загрузка операционной системы

- Чтение и запуск первичного загрузчика с диска
 - Первый блок для MBR
 - Загрузочный раздел с FAT для UEFI
- Чтение и запуск вторичного загрузчика
- Определение раздела диска с ядром операционной системы
- Чтение ядра операционной системы
- Чтение `initrd` (initial ramdisk)
- Инициализация ядра операционной системы
- Загрузка модулей (драйверов) основных устройств
- Определение корневой файловой системы
- Замена `initrd` на корневую файловую систему
- Запуск первого процесса (`/sbin/init`, `PID=1`, `UID=0`, `GID=0`).
- Запуск системы инициализации операционной системы

Операционные системы

Операционные системы:

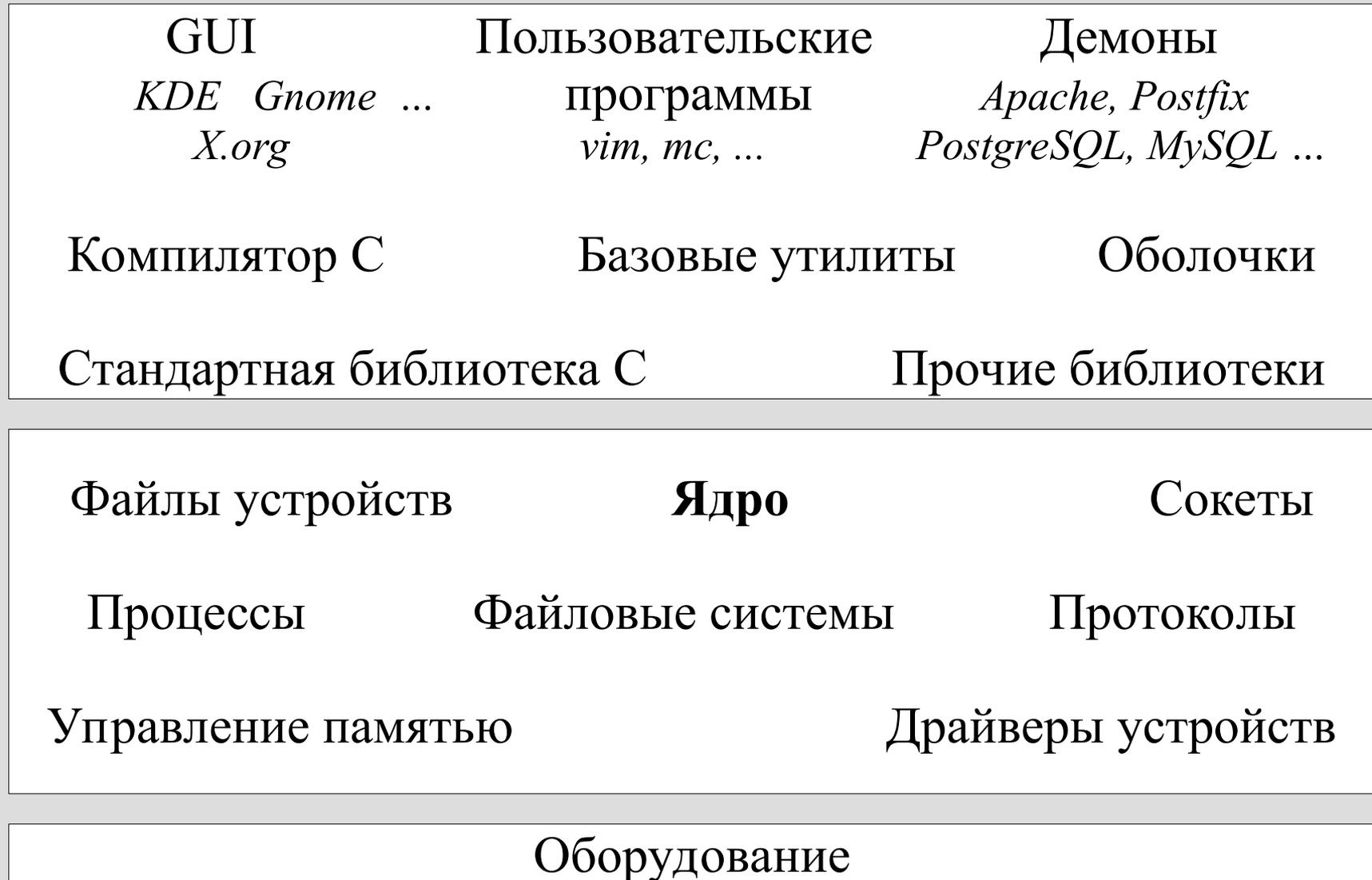
- Однозадачные
- Многозадачные
 - Кооперативная многозадачность
 - Вытесняющая многозадачность

Операционные системы:

- Однопользовательские
- Многопользовательские
 - 1 пользовательский сеанс + фоновые задачи
 - N пользовательских сеансов + фоновые задачи

Unix – многозадачная многопользовательская ОС

Архитектура Unix-систем



Общий вид запуска программ

```
int main(void)
{
    pid_t pid = fork();

    if (pid == -1) { perror("fork failed"); exit(1); }
    else
        if (pid == 0) {
            printf("Hello from the child process!\n");
            exit(0);
        } else {
            int status;
            (void)waitpid(pid, &status, 0);
        }
    return 0;
}
```

Общий вид запуска программ

Многозадачная система:

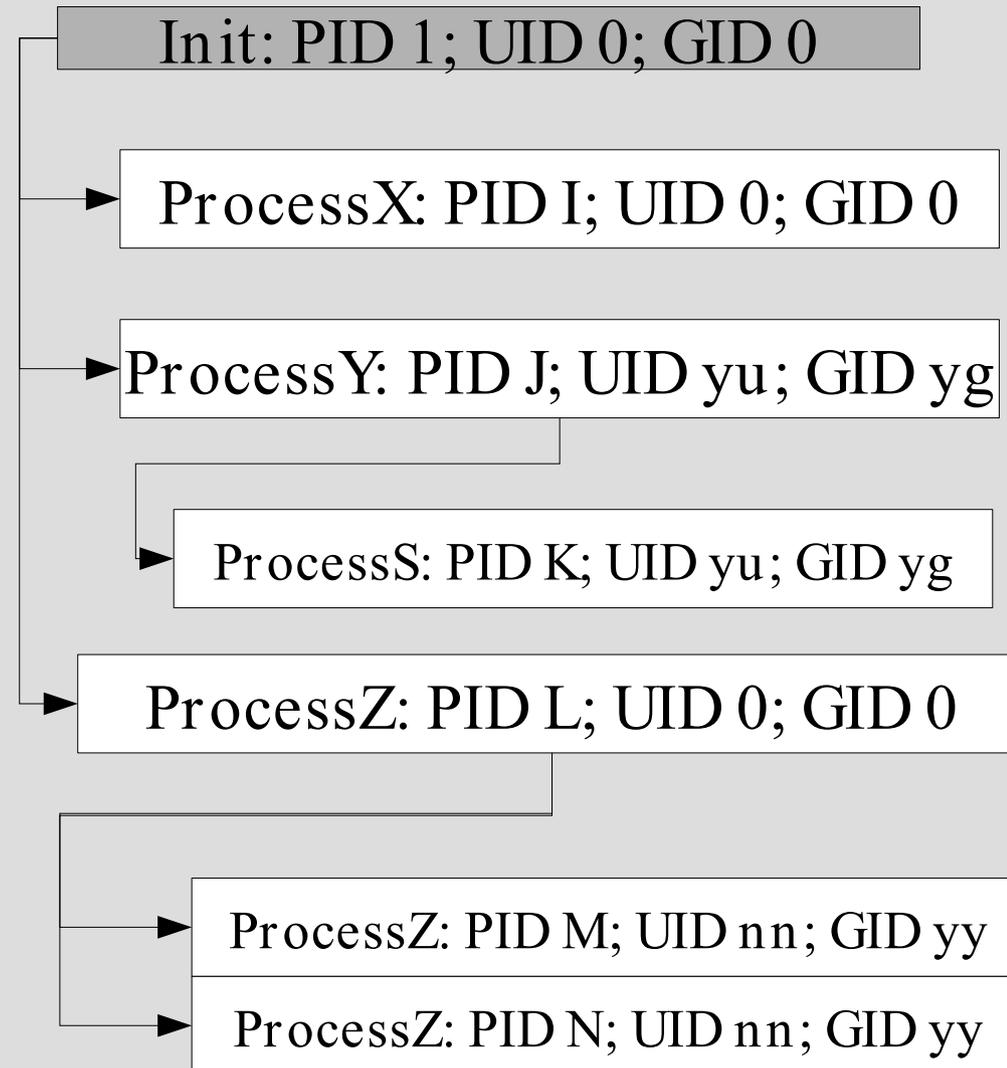
- параллельно выполняется много программ
- ядро ведёт список процессов

Программы запускают другие программы:

- процессы-родители
- дочерние процессы

Многопользовательская система:

- каждый процесс принадлежит определённому пользователю
- ядро учитывает пользователей при выполнении программой определённых действий



Пользователи и процессы в системе

- Каждый процесс выполняется с правами определённого пользователя
- Система различает пользователей и группы пользователей
- UID, GID – числовые идентификаторы пользователя и группы
- `/etc/passwd` – список пользователей в системе
- `/etc/group` – список групп в системе

- Пользователи делятся на обычных и псевдо-пользователей
- Пользователь с UID=0 – администратор системы
- Традиционное имя для пользователя с UID=0 – root

- Первый процесс в системе – init. Запускается ядром с UID=0, GID=0
- Есть системные вызовы для смены UID и GID
- Изменить свой UID может только процесс с UID=0

Права доступа к файлам

Каждый файл имеет владельца, группу, и права доступа

Права доступа:

- Read – право на чтение из файла
- Write – право на запись в файл
- eXecute – право на выполнение файла

Каталоги также имеют владельца, группу, и права доступа

- Read – право на чтение списка файлов в каталоге
- Write – право на запись в каталог (создание/удаление файлов)
- eXecute – право на переход в каталог

Запись прав:

- rwx – право на чтение, запись и выполнение
- rw- – право на чтение и запись
- r-- – право на чтение и запись

Права доступа к файлам

```
$ ls -l ~
итого 8
drwx----- 2 student student 4096 Фев 19 17:30 Documents
-rw-r--r-- 1 student student 0 Фев 20 08:03 file.txt
drwx----- 2 student student 4096 Фев 19 15:59 tmp
$ ls -l /var
итого 72
drwxr-xr-x 2 root root 4096 Апр 19 2007 adm
drwxr-xr-x 4 root root 4096 Фев 15 08:32 cache
drwxr-xr-x 2 root root 4096 Апр 19 2007 db
dr-xr-xr-x 2 root root 4096 Апр 19 2007 empty
drwxr-xr-x 11 root root 4096 Фев 9 15:29 lib
drwxr-xr-x 14 root root 4096 Фев 20 07:32 log
lrwxrwxrwx 1 root root 10 Фев 5 13:22 mail -> spool/mail
drwxr-x--- 2 root nobody 4096 Апр 19 2007 nobody
drwxrwxrwt 2 root root 4096 Апр 19 2007 tmp
drwxr-xr-x 3 root root 4096 Фев 15 09:24 www
drwx----- 2 root root 4096 Апр 19 2007 yp
$ ls -l /bin/su
-rws--x--- 1 root wheel 23712 Окт 18 2006 /bin/su
```

Права доступа к файлам

Биты доступа:

- SUID (Set User-ID)
- SGID (Set Group-ID)
- Sticky bit

```
$ ls -l /bin/su
```

```
-rws--x--- 1 root wheel 23712 Окт 18 2006 /bin/su
```

```
$ ls -l /usr/bin/crontab
```

```
-rwx--s--x 1 root crontab 39424 июн 30 2022 /usr/bin/crontab
```

```
$ ls -ld /var/spool/cron/
```

```
drwx-ws--T 2 root crontab 4096 фев 14 12:42 /var/spool/cron/
```

```
# ls -l /var/spool/cron/
```

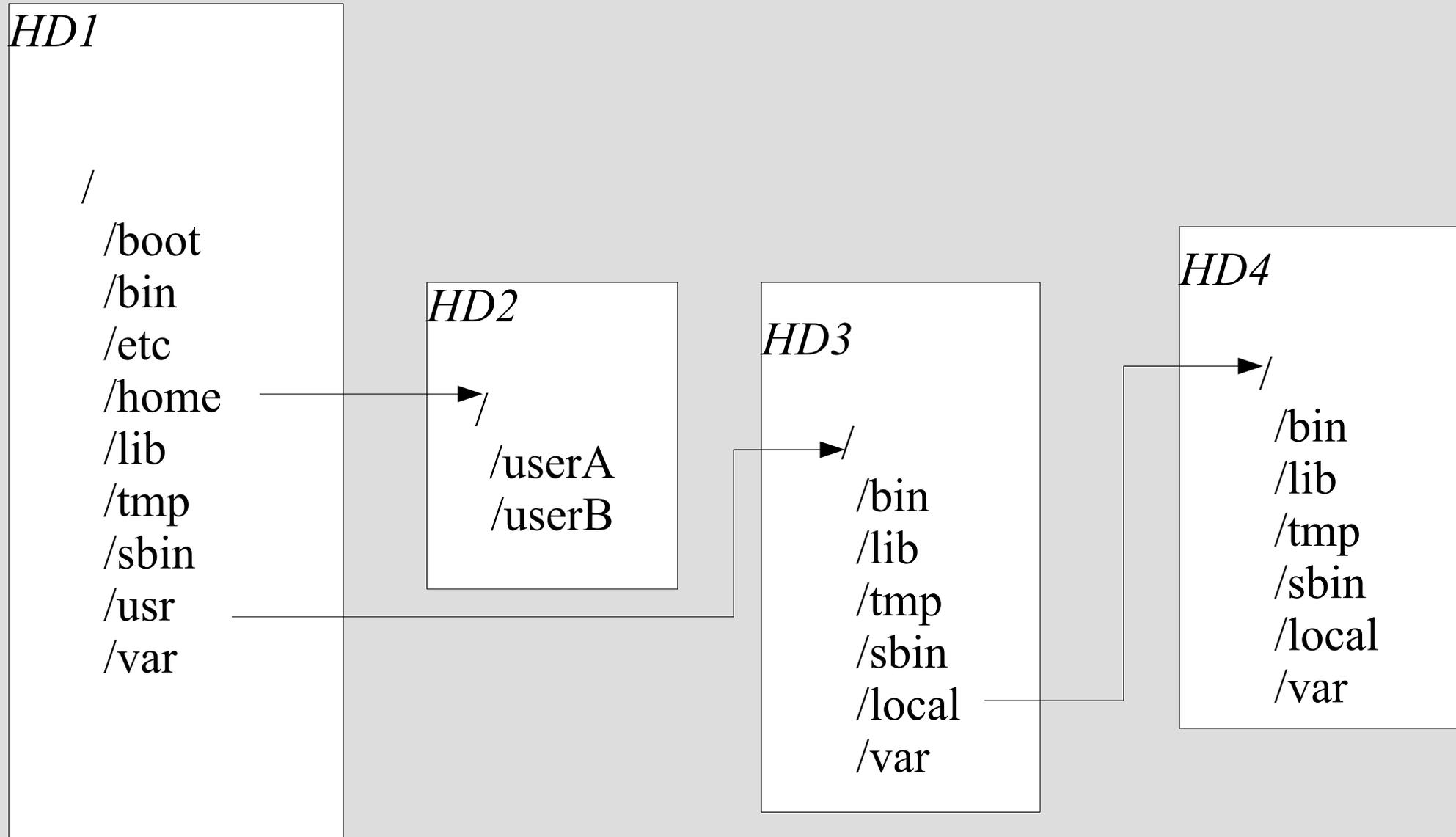
```
total 4
```

```
-rw----- 1 webadmin crontab 1428 Feb 25 20:58 webadmin
```

```
$ ls -ld /tmp
```

```
drwxrwxrwt 21 root root 420 мар 16 01:11 /tmp
```

Стандартная структура файловой системы



Стандартная структура файловой системы

- структура файловой системы стандартизирована
- есть стандартные каталоги для размещения тех или иных файлов

```
$ ls -l /
```

```
bin
boot      ....
dev       proc
etc       root
home     sbin
lib       srv
lib64     sys
lost+found tmp
media    usr
mnt      var
opt
...
```

```
$ ls -l /usr/
```

```
bin
etc
games
include
lib
lib64
libexec
local
sbin
share
X11R6
```

```
$ ls -l /var
```

```
...
empty
lib
local
lock
Log
...
run
spool
tmp
...
```

Командный интерпретатор и его роль в системе

- Обеспечивает пользовательский интерфейс командной строки
- Позволяет пользователю запускать программы
- Предоставляет возможность создания и исполнения файлов с последовательностями команд – скриптов
- Имеет набор встроенных команд
- Часть системных утилит, в т.ч. управления процессами запуска / остановки системы, написаны на языке командного интерпретатора

Существует ряд командных интерпретаторов:
sh, csh, tsh, bash, zsh ...

Общий формат вызова команды:

```
$ command -f --flag --key=parameter argument1 agrument2 ...
```

Основные команды системы

| | |
|--|----------|
| Смена каталога: | cd |
| Просмотр каталога: | ls |
| Создание каталога: | mkdir |
| Удаление каталога: | rmdir |
| Удаление файла: | rm |
| Изменение даты/создание пустого файла: | touch |
| | |
| Просмотр текстового файла: | cat |
| Поэкранный просмотр файла: | less |
| Просмотр начала файла: | head |
| Просмотр конца файла: | tail |
| | |
| Изменение прав доступа к файлу: | chmod |
| Изменение владельца файла: | chown |
| | |
| Редактор: | vi / vim |

Выполнение программ

Получить список процессов:

```
$ ps; ps aux
```

Послать сигнал процессу:

```
$ kill -<signal> <pid>
```

Остановить процесс:

```
$ kill -SIGSTOP <pid>
```

Продолжить выполнение:

```
$ kill -SIGCONT <pid>
```

Список сигналов:

```
$ kill -l
```

SIGKILL – уничтожить процесс

SIGTERM – завершить процесс

SIGQUIT - завершить процесс

SIGSTOP – остановить процесс

SIGCONT - продолжить процесс

Работа с программными компонентами

Основная часть программного обеспечения доступна в виде исходных кодов.

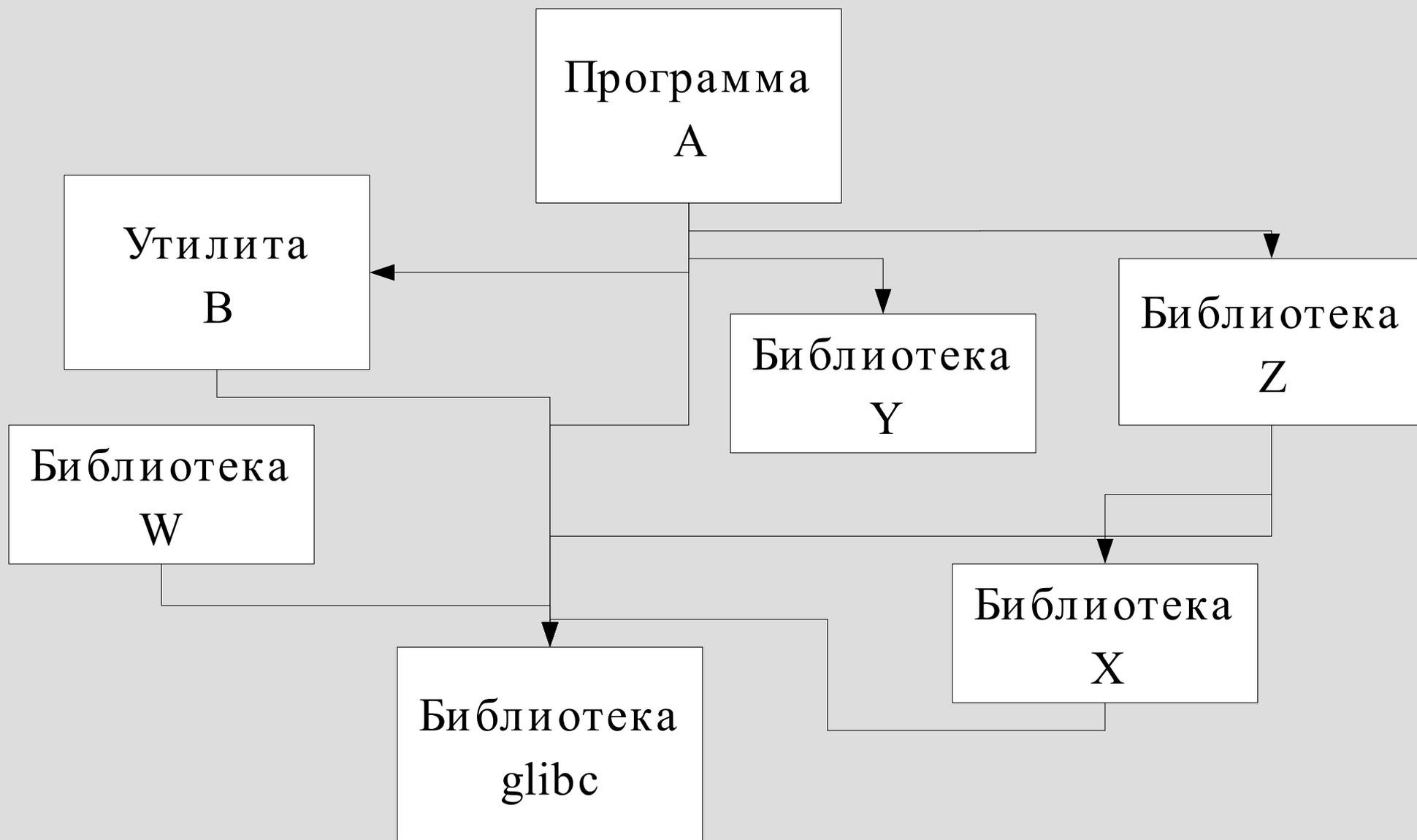
Дистрибутив – набор программных пакетов, настроенных для совместной работы в системе.

Существует большое число различных дистрибутивов:

- общего назначения: Debian, Ubuntu, RedHat, CentOS, Arch, Mandriva, ALT Linux, ASP Linux, ASTRA Linux.
- специального назначения: Mobian, Manjaro, OpenWRT, RIP, DBAN, ...

Как правило, программные пакеты используют другие программные пакеты – в виде разделяемых библиотек, внешних исполняемых файлов, и т.п.

Работа с программными компонентами



Менеджеры пакетов

Менеджеры пакетов:

- .deb – dpkg (Debian Package manager) - Debian, Ubuntu
- .rpm – RPM Package Manager – RedHat, Fedora, Suse, ALT Linux, ...

Основная утилита RPM – rpm

RPM отслеживает зависимости в отдельных пакетах .rpm.

Совокупность пакетов – репозиторий.

В репозитории (в идеале) зависимости между пакетами замкнуты.

В ALT Linux для организации репозитория используется APT (Advanced Packaging Tool)

Менеджеры пакетов

Настройки APT: `/etc/apt/sources.list`, `/etc/apt/sources.list.d/*`

Запись о репозитории:

```
#rpm [cert] ftp://ftp.altlinux.org/pub/distributions/ALTLinux/c10f2/branch x86_64 classic  
#rpm [cert] ftp://ftp.altlinux.org/pub/distributions/ALTLinux/c10f2/branch noarch classic
```

Работа с APT:

```
# apt-get update  
# apt-get dist-upgrade  
# apt-get install <package>  
# apt-get remove <package>  
# apt-cache search <название>
```

Системы инициализации: sysvinit

Управлением порядком загрузки занимаются системы инициализации: systemd, sysvinit, Upstart, Runit, Launchd, Initng, ...

Уровни загрузки системы для sysvinit:

0 — уровень остановки системы

1 — однопользовательская система

2 — многопользовательская система без сетевой поддержки

3 — многопользовательская система

4 — предоставлено для конкретных систем

5 — многопользовательская система с поддержкой графики

6 — уровень перезагрузки системы

Переход между уровнями осуществляет командой `init`

Демон — традиционное название для неинтерактивных программ.

Запуск

Система инициализации sysvinit

sysvinit:

- действия при смене уровней загрузки выполняются скриптами командного интерпретатора
- размещение скриптов – в /etc/rc.d/
- запуск демонов – скриптами из /etc/rc.d/init.d/ (/etc/init.d),
- порядок запуска/остановки демонов для соответствующего уровня загрузки – символьные ссылки на скрипты демонов в /etc/rc.d/rc<N>.d/ ,
- запуск и остановка демонов выполняется последовательно.

Включение / выключение автоматической загрузки:

```
# chkconfig <daemon> on; chkconfig <daemon> off
```

Добавление / удаление ссылок в /etc/rc.d/rc<N>.d/:

```
# chkconfig <daemon> --add; chkconfig <daemon> --del
```

Запуск / остановка / состояние демона в ручном режиме:

```
# service <daemon> start; service <daemon> stop
```

```
# service <daemon> status
```

Система инициализации systemd

systemd:

- действия выполняются отдельным демоном systemd;
- описание действий – файлы конфигурации;
- порядок запуска/остановки указывается относительно других сервисов;
- запуск и остановка демонов выполняется по-возможности параллельно;

Включение / выключение автоматической загрузки:

```
# systemctl enable [--now] <daemon>  
# systemctl disable [--now] <daemon>
```

Запуск / остановка / состояние демона в ручном режиме:

```
# systemctl start <daemon>; systemctl stop <daemon>  
# systemctl status <daemon>
```

Помимо собственно системы инициализации в состав systemd входят:
journald, udevd, logind, networkd, containerd, ...

Системные журналы

sysvinit: `syslogd` / `syslogd-ng` / `rsyslogd`

- отдельный независимый от `sysvinit` демон, получающий от программ и записывающий в файлы журналов записи;
- файлы журналов – текстовые файлы;
- просмотр журналов – стандартными утилитами;
- для ротации журналов требуется отдельный сервис `logrotate`, запускающийся по расписанию.

systemd: `journald`.

- входит в состав `systemd`;
- файлы журналов – бинарные, сжаты, с расширенной информацией о записях;
- просмотр журналов – отдельной утилитой `journalctl`;
- ротация журналов ведётся `journald`.

Демоны и приложения: могут использовать `syslogd` / `journald`, и/или вести журналы самостоятельно.