
**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»

Кафедра автоматизированных систем управления (АСУ)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой АСУ, профессор



А.М. Корилов

**Учебный программный комплекс кафедры АСУ на
базе ОС ArchLinux**

Учебно-методическое пособие

для студентов уровня основной образовательной программы
всех направлений подготовки кафедры АСУ ТУСУР

Разработчик
доцент кафедры АСУ

В.Г. Резник

2016

Резник В.Г.

Учебный программный комплекс кафедры АСУ на базе ОС ArchLinux.
Учебно-методическое пособие. – Томск, ТУСУР, 2016. – 33 с.

Учебно-методическое пособие предназначено для предварительного изучения учебного программного комплекса студентами, выполняющими лабораторные и практические работы в учебных компьютерных классах кафедры АСУ ТУСУР.

Оглавление

Введение.....	4
1 Назначение и использование ОС УПК АСУ.....	5
1.1 Структура дистрибутива ОС УПК АСУ.....	6
1.2 Загрузка ОС УПК АСУ с устройства flashUSB.....	7
1.3 Проверка работоспособности прикладного ПО УПК АСУ.....	11
2. Загрузка ОС УПК АСУ с использованием ПО GRUB2.....	16
2.1 Краткая характеристика BIOS компьютера.....	17
2.2 Краткая характеристика UEFI компьютера.....	18
2.3 Краткая характеристика ПО GRUB2.....	19
2.4 Установка ПО GRUB2 на flashUSB.....	20
2.5 Файл конфигурации grub.cfg.....	27
2.6 Аварийный вариант ОС УПК АСУ.....	30
3. Контроль выполнения работ.....	32

Введение

Данное методическое пособие содержит ученый материал, являющийся вводной частью по изучению и применению учебного программного комплекса кафедры АСУ, созданного на базе операционной системы ОС ArchLinux.

С целью унификации этого технического решения, отражающего отличия его отличия от порождающего оригинала, будет использоваться сокращение: ОС УПК АСУ.

Весь учебный материал содержит знания обязательные для изучения всеми студентами кафедры АСУ, проходящими выполнение практических и лабораторных работ с помощью этого комплекса, в пределах компьютерных классов кафедры АСУ ТУСУР.

В учебно-методическом пособии дано общее описание ОС УПК АСУ, достаточное как для индивидуального запуска ОС, так и для изучения требований по выбору темы обучения, оформлению отчетов проведенных работ и сдаче их на контроль преподавателю.

Изучение этого материала является обязательной методической частью каждой первой лабораторной или практической работы для любой дисциплины, изучаемой на базе ОС УПК АСУ. Соответственно, сам материал содержит общие положения и правила, которые студент должен знать и постоянно выполнять.

Индивидуальные настройки ОС УПК АСУ, применительно к конкретным дисциплинам, изложены в соответствующих методических руководствах по лабораторным и практическим работам.

Методический материал изложен в трех разделах.

Первый раздел содержит общее описание назначения и структуры всей системы, а также правила и варианты его запуска ее в учебных классах кафедры АСУ. Основная цель данной части - обеспечить обучающегося знаниями и навыками подготовки личного рабочего места для успешного выполнения последующих учебных работ по конкретной дисциплине.

Второй раздел содержит техническую информацию, которая обеспечивает успешный запуск и дальнейшее использование ОС УПК АСУ. Здесь даются общие сведения о BIOS и UEFI компьютера и способы загрузки операционных систем с помощью универсального загрузчика GRUB2. Дополнительно содержится материал о специальных требованиях к файлам конфигурации загрузчика и способам установки его на flashUSB студента.

Третий раздел описывает краткие требования к подготовке студентом отчетных материалов по изучаемым дисциплинам и правилам их контроля преподавателем.

1 Назначение и использование ОС УПК АСУ

ОС УПК АСУ предназначена для проведения лабораторных и практических работ по всем дисциплинам, которые осуществляются в компьютерных классах кафедры АСУ ТУСУР и для которых подготовлен соответствующий учебно-методический материал. Примерами таких дисциплин являются:

- Операционные системы.
- Современные операционные системы.
- Архитектура вычислительных комплексов.
- Современные компьютерные технологии.
- Программное обеспечение ЭВМ и сетей.

На ЭВМ, в компьютерных классах кафедры АСУ, в основном установлены ОС MS Windows, а также дополнительное прикладное и инструментальное ПО, необходимое для проведения различных учебных работ. В такой ситуации, установка и сопровождение альтернативного ПО, необходимого для целей обучения, вызывает серьезные затруднения. Чтобы решить эту проблему, был разработан Live-дистрибутив на основе ОС Linux (ArchLinux), который располагается в виде набора файлов среди ПО ОС MS Windows и запускается с личных flashUSB студентов. Такой подход не требует установки ОС в отдельные специальные разделы «жестких дисков» компьютеров. Он также может быть использован на личных компьютерах студентов без серьезной опасности повредить установленную ранее ОС.

Минимальными требованиями, которыми должны обладать студенты, проходящие обучение с использованием ОС УПК АСУ, ограничены следующими положениями:

- *иметь* личные данные для авторизации на компьютерах кафедры АСУ;
- *уметь* включать компьютер и проходить процедуру авторизации;
- *знать* место хранения личных данных на серверах кафедры АСУ;
- *иметь* личное устройство flashUSB и уметь пользоваться им.

Общий порядок действий, постоянно выполняемых обучающимся, предполагает:

- запуск ОС УПК АСУ и проверку ее работоспособности;
- выбор и подключение личного архива изучаемой дисциплины;
- изучение методического материала и выполнение лабораторной или практической работы в соответствии с текущим заданием;
- отражение результатов работы в личном отчете;
- проведение архивных действий после выполненной работы и завершение работы с ОС УПК АСУ, посредством выключения компьютера.

Для успешного выполнения указанных действий обучающийся должен хорошо изучить:

- *местоположение и файловую структуру* ОС УПК АСУ: в пределах файловых систем ОС MS Windows и ОС УПК АСУ;
- *местоположение и состав* учебно-методического материала всех лабораторных или практических работ;
- *подготовить личный flashUSB* для выполнения предусмотренных работ;
- *освоить способы архивации личных данных*, включающих архив рабочей среды и индивидуальный отчет по выполненным работам.

1.1 Структура дистрибутива ОС УПК АСУ

Структура дистрибутива ОС УПК АСУ по разному видна из среды ОС MS Windows и среды ОС Linux.

Блочные устройства *MS Windows* имеют буквенные обозначения: *a:, b:, ..., z:*.

Корневая файловая система ОС расположена на устройстве *c:*.

Все ПО УПК АСУ находится в директории *c:\asu64upk*

Блочные устройства *ОС УПК АСУ* имеют другие обозначения: */dev/sda, /dev/sdb, ..., /dev/sdz*.

Разделы блочных устройств, например для устройства */dev/sda*, обозначаются: */dev/sda1, /dev/sda2, /dev/sda3, ...*

Корневая файловая система ОС, видимая пользователю, обозначена */*.

Все ПО ОС УПК АСУ находится в директории */run/basefs/asu64upk*

Содержимое директории *asu64upk*, называется *дистрибутивом ОС УПК АСУ*.

Наиболее важные компоненты этого дистрибутива приведены в таблице 1.1. Следует изучить и запомнить назначение и местоположение этих компонент дистрибутива, поскольку они используются во всех методических материалах, описывающих работу ОС УПК АСУ.

После изучения структуры дистрибутива, следует перейти к изучению подраздела 1.2 данного руководства, описывающего порядок запуска ОС.

Замечание

Название директории дистрибутива может быть изменено для новых версий ОС УПК АСУ, поэтому следует проконсультироваться с преподавателем.

В директории дистрибутива *asu64upk* находится файл *upk_asu.pdf*, содержащий учебный материал данного пособия. Этот файл можно изучать как в среде MS Windows, так и в среде ОС УПК АСУ.

Таблица 1.1. Назначение компонент дистрибутива ОС УПК АСУ

Компонента	Описание компоненты
<i>boot</i>	Директория, содержащая ПО ОС УПК АСУ, кроме учебного материала по дисциплинам: <i>vmlinux-linux</i> - <i>ядро ОС</i> , используемое во всех вариантах запуска ПО ОС УПК АСУ; <i>initramfs-upkasu3.img</i> - <i>временная файловая система</i> для запуска ОС в варианте УПК АСУ.
<i>upkasu</i>	<i>asufs.ext4fs, usrfs.sfs</i> — файлы архивов <i>корневой ФС</i> дистрибутива ОС УПК АСУ.
<i>opt</i>	Директория для дополнительного, обычно инструментального ПО, для различных дисциплин. Конкретное назначение этого ПО описывается в отдельных методических руководствах.
<i>themes</i>	Директория для размещения дополнительного учебного материала.

Учебное задание

Запустить компьютер в среде ОС MS Windows и убедиться в наличии *на диске С:* директории *asu64upk* и компонент дистрибутива ОС УПК АСУ, согласно списка таблицы 1.1.

1.2 Загрузка ОС УПК АСУ с устройства flashUSB

Загрузка ОС УПК АСУ осуществляется с личного flashUSB студента.

Как подготовить личный flashUSB описано в разделе 2 данного руководства.

При выключенном питании компьютера, вставить в разъем USB личный flashUSB студента и *включить питание компьютера*.

Нажимая клавишу F2 (Del), добится появления меню BIOS, в котором указать загрузку с flashUSB (обычно, необходимо перейти в пункт меню: *boot*). После этого, нажать клавишу **F10**, обеспечивая *запоминание текущих настроек BIOS и загрузку ОС с flashUSB студента*.

В результате указанных действий, на мониторе компьютера должно появиться две строки меню:

Загрузка ОС УПК АСУ с 1 раздела жесткого диска
Загрузка аварийного варианта ОС с личного flashUSB

Следует выбрать первую строку меню и нажать клавишу **Enter**. После этого, произойдет загрузка ОС УПК АСУ и на экране монитора компьютера появится изображение, показанное на рисунке 1.1.

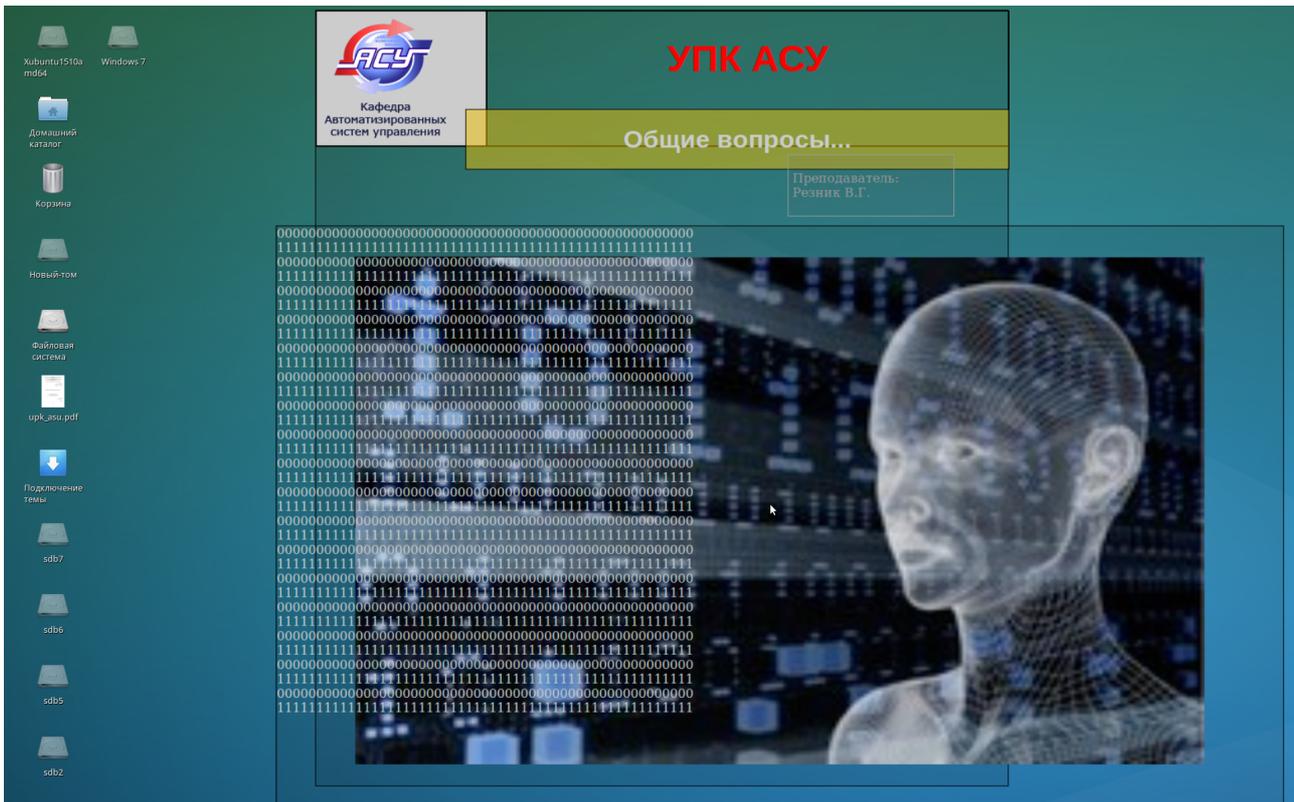


Рисунок 1.1 — Экран компьютера после загрузки ОС УПК АСУ

Замечание

Ряд значков, которые отображаются на рабочем столе, могут отличаться от значков, показанных на рисунке 1.1. Эти отличия обусловлены разным составом и метками файловых систем компьютера, с которого загружается ОС УПК АСУ.

Сам факт появления экрана, показанного на рисунке 1.1, говорит о следующем:

- *загружена ОС УПК АСУ* в многопользовательском графическом режиме;
- *осуществлен вход* в сессию пользователя **asu** без ввода пароля;
- *открыта сессия* пользователя **asu**.

Для целей обучения ОС УПК АСУ имеет двух пользователей:

- пользователь **asu** с паролем **upkasu** предназначен для контроля загрузки ОС, также подключения/отключения личных архивов студентов;
- пользователь **upk** с паролем **upkasu** предназначен для выполнения текущего задания в пределах выбранной темы (*изучаемой дисциплины*) и подготовки личного отчета о проделанной работе.

Подключение темы обучения осуществляется активацией, с помощью мыши, значка «**Подключение темы**», расположенного на рабочем столе. В результате этого действия появится окно терминала, как показано на рисунке 1.2, с предложением ввести имя доступной темы обучения.

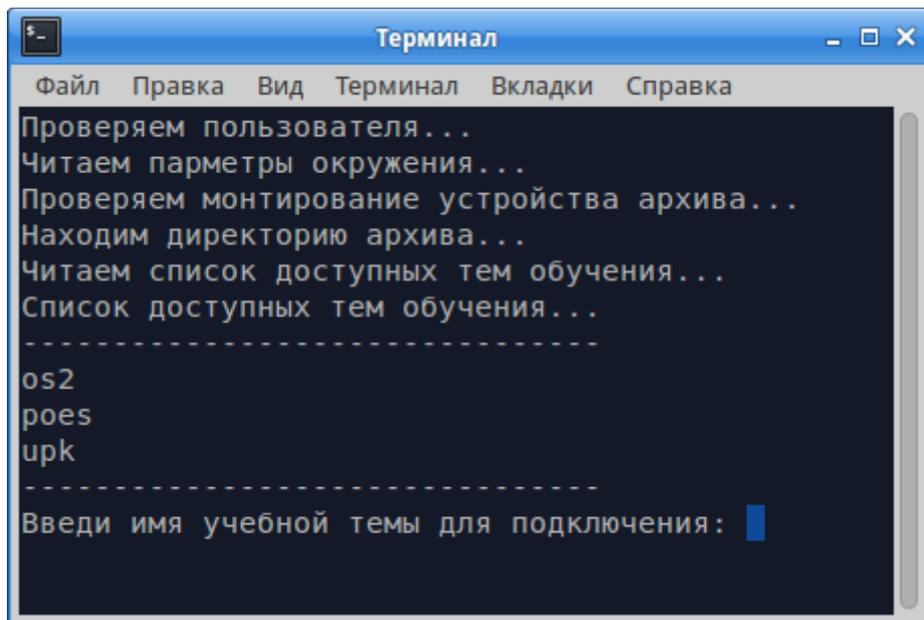


Рисунок 1.2 — Список доступных тем обучения

После ввода имени темы, идет проверка наличия архива студента:

- *вариант ошибки* подключения темы показан на рисунке 1.3;
- *случай успешного подключения* темы показан на рисунке 1.4.

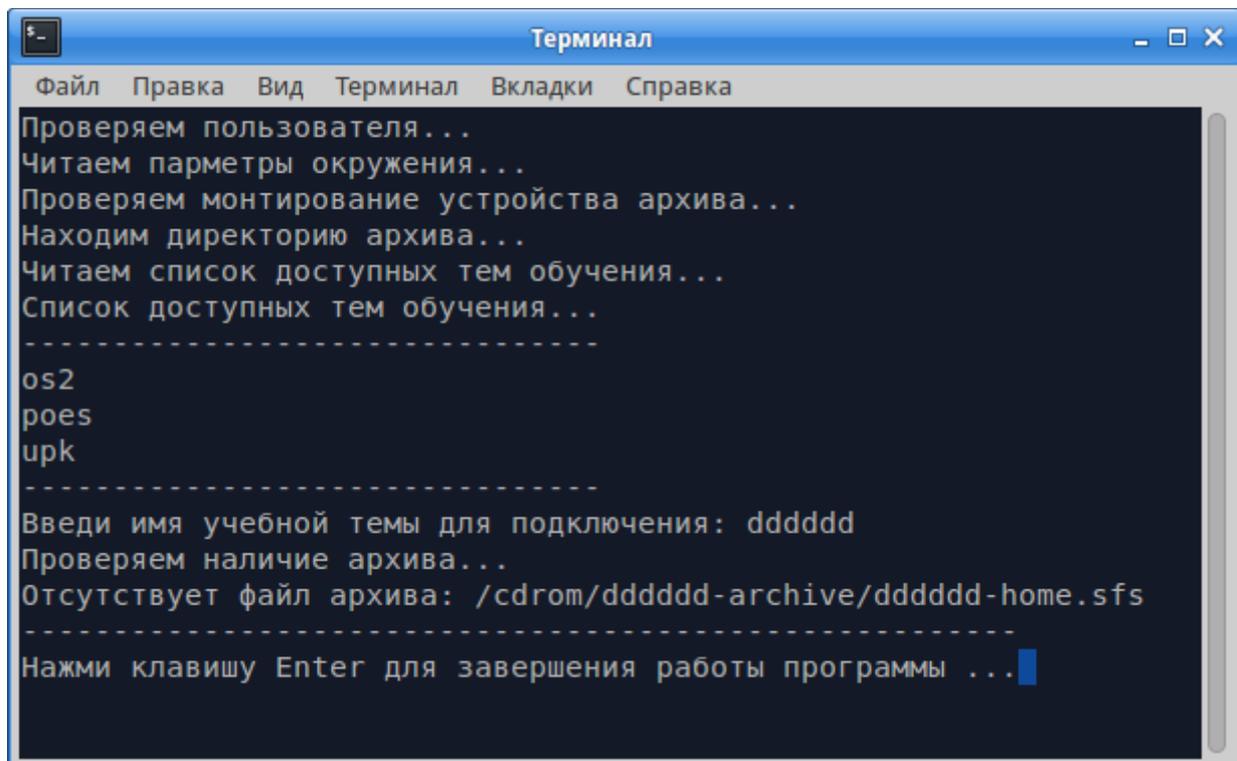


Рисунок 1.3 — Ошибочное указание имени темы

```

Терминал
Файл  Правка  Вид  Терминал  Вкладки  Справка
Проверяем пользователя...
Читаем параметры окружения...
Проверяем монтирование устройства архива...
Находим директорию архива...
Читаем список доступных тем обучения...
Список доступных тем обучения...
-----
os2
poes
upk
-----
Введи имя учебной темы для подключения: os2
Проверяем наличие архива...
Проверяем подключение темы os2...

Тема уже подключена...
Вам следует выйти из сессии пользователя asu и подключиться
как пользователь upk

-----
Нажми клавишу Enter для завершения работы программы ...

```

Рисунок 1.4 — Успешное подключение темы обучения

После успешного подключения темы обучения, следует выйти из сессии пользователя *asu* и войти в сессию пользователя *upk*.

Учебное задание

Освоить загрузку ОС УПК АСУ с использованием личного flashUSB.

Убедиться в работе функции «Подключение темы».

Изучить общую функциональность панели рабочего стола, которая становится доступной при перемещении курсора мыши в нижнюю часть экрана.

Освоить выход из сессии пользователя *asu* и вход в нее по паролю.

Изучить структуру «Главного меню» рабочего стола, которое находится в левой части панели.

Освоить выключение и перезагрузку компьютера, используя функции панели рабочего стола.

Выполнить проверку прикладного ПО УПК АСУ, используя методический материал подраздела 1.3 данного пособия.

Замечание

Данное методическое пособие описывает ПО УПК АСУ, созданное на базе 64-битного дистрибутива *ОС Arch Linux*. Студенты, использовавшие предыдущие версии ОС, должны учесть особенности этой версии ПО.

1.3 Проверка работоспособности прикладного ПО ОС УПК АСУ

Все прикладное ПО УПК АСУ можно разделить на две части:

- *базовое ПО*, основанное на desktop-дистрибутиве ОС ArchLinux, доступное пользователю **asu** сразу, после загрузки ОС, и достаточное для организации, на его основе, офисной рабочей станции;
- *тематическое ПО*, которое представляет архив рабочей области пользователя **upk**, доступный пользователю только после выполнения описанной выше процедуры подключения соответствующей темы обучения.

Учебный материал данного пособия ориентирован на изучение элементов *базового ПО*, достаточного для начала работы студента в среде ОС УПК АСУ.

Тематическое ПО изучается в пределах отдельных дисциплин, обеспеченных соответствующим методическим материалом.

На рабочем столе, в левой части экрана, имеется значек с именем **upk_asu.pdf**. Этот файл содержит текст данного учебно-методического пособия.

«Кликнув» левой кнопкой мыши на этом файле, мы запустим приложение **evince**, которое обеспечит просмотр текста, как это показано на рисунке 1.5.

Для работы с файловой системой используется файловый менеджер **Thunar**. Функции его достаточно разнообразны:

- *просмотр* директорий файловой системы ОС УПК АСУ;
- *монтирование* и *демонтирование* файловых систем компьютера;
- *подключение* flashUSB студента и *безопасное извлечение его*;
- *контекстный настраиваемый запуск* приложений;
- *запускать* текстовый редактор **mousepad** для изменения текстовых файлов;
- *запускать* графический редактор **LibreOffice** для изменения графических файлов в форматах ***.doc** и ***.odt**.

Для примера, активировав мышкой значек «*Домашний каталог*», мы запустим менеджер файлов **Thunar**, как показано на рисунке 1.6, который отобразит содержимое корня рабочей области пользователя **asu**.

Замечание

Ответственность за работу с файловыми менеджерами полностью лежит на студенте, поэтому не следует опрометчиво выполнять действия, последствия которых недостаточно понятны!!!



Рисунок 1.5 — Просмотр документа с помощью evince

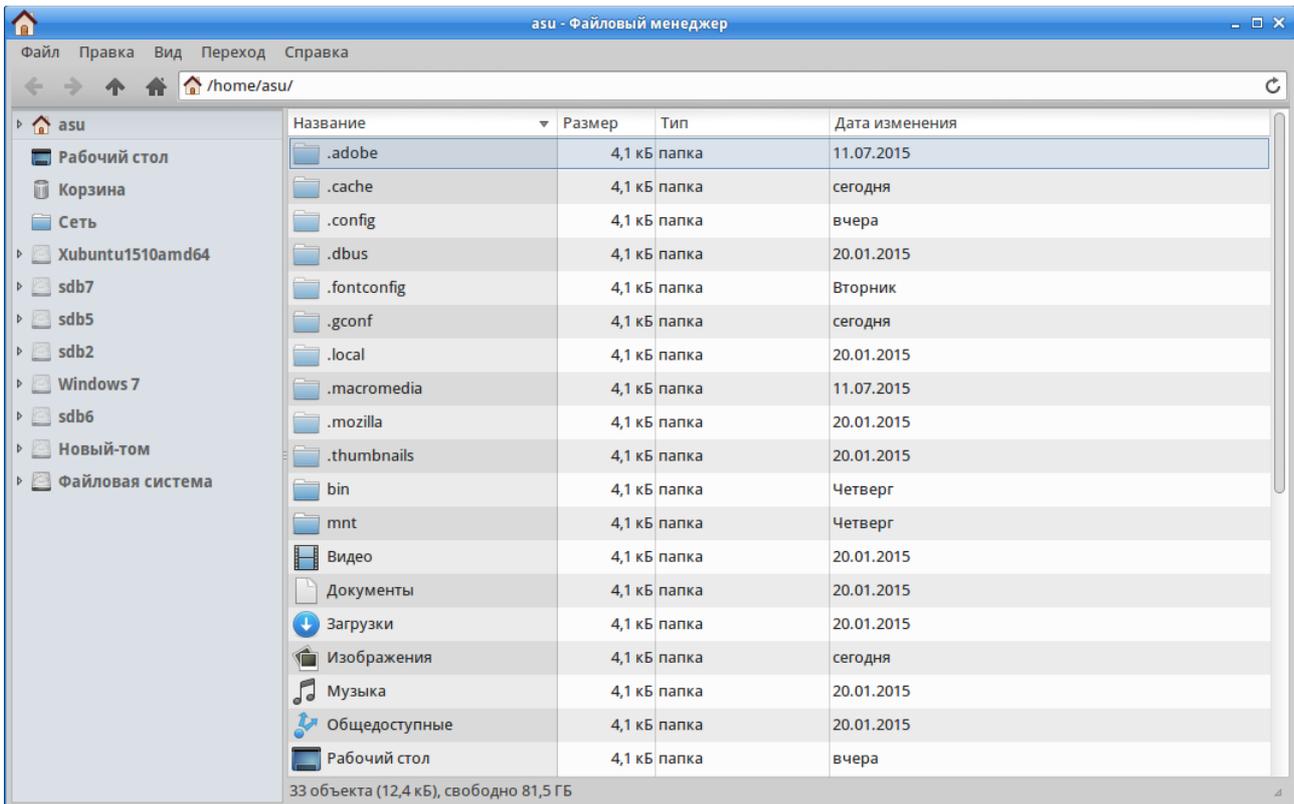


Рисунок 1.6 — Файловый менеджер Thunar

Значительную часть учебных работ студенту приходится выполнять в «командной строке», взаимодействуя с интерпретатором команд *shell* или запуская различные его сценарии. Для этих целей используется окно терминала, открыть которое можно активировав соответствующий значек, расположенный в левой части панели рабочего стола пользователя.

Общий вид окна терминала, после его запуска показан на рисунке 1.7. Хорошо видно, что окно содержит курсор, куда будет вводиться команда языка *shell*, а перед курсором имеется префикс, содержащий имя пользователя запустившего окно терминала, имя компьютера, на котором работает подпользователь, имя текущей директории, где пользователь расположен, и указатель начала ввода команды: **\$** - для обычного пользователя; **#** - для суперпользователя *root*.

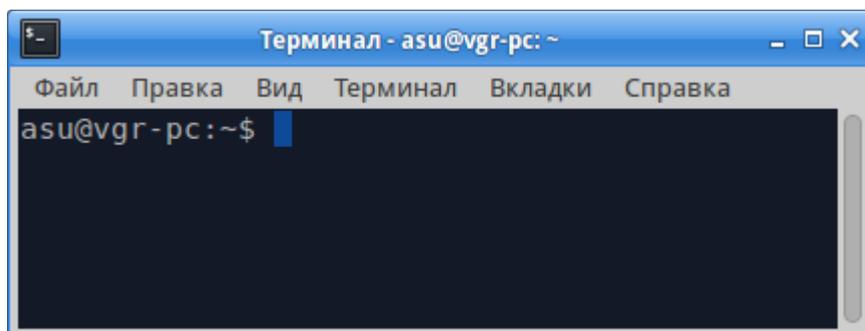


Рисунок 1.7 — Общий вид окна терминала после его запуска

В процессе выполнения учебных работ студент будет использовать различные виды прикладного ПО. Часто, запускаемые им команды требуют:

- *предварительного перемещения* по файловой системе ОС;
- *запуск команды* от имени суперпользователя **root**.

Для более наглядной работы с файловой системой ОС, в окне терминала следует запустить файловый менеджер **Midnight Commander**. Такой запуск осуществляется командами:

- **mc**, для текущего пользователя;
- **sudo mc**, от имени суперпользователя **root**.

На рисунках 1.8 и 1.9 показаны результаты таких запусков, основное внешнее отличие которых — разные виды подсказок в командной строке менеджера **mc**.

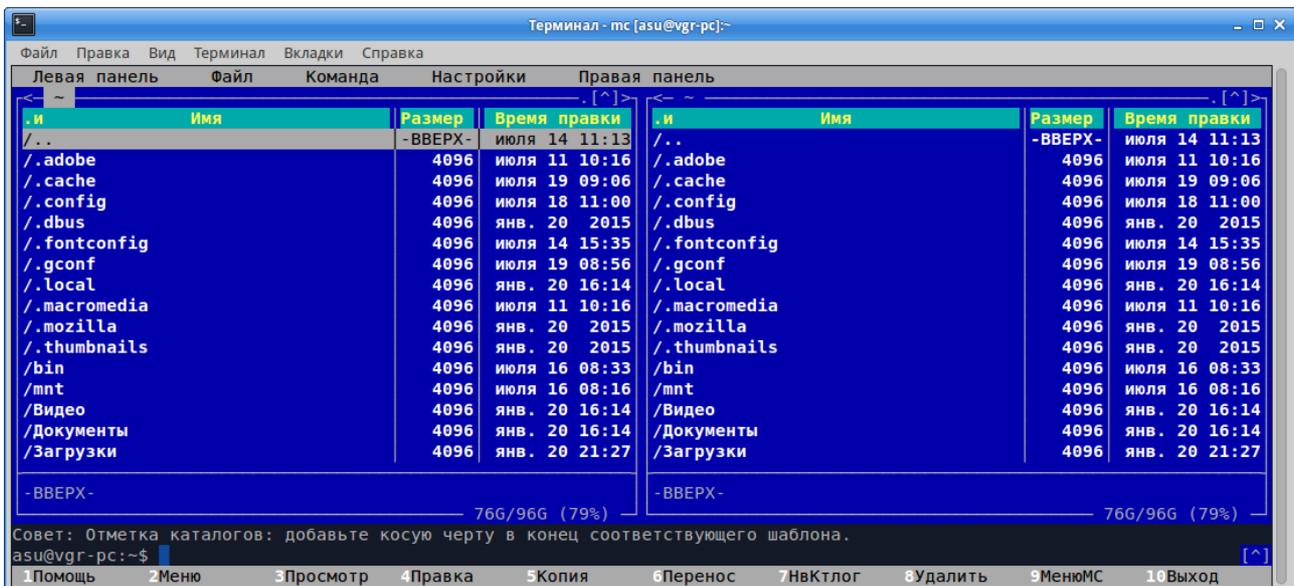


Рисунок 1.8 - Файловый менеджер mc, запущенный пользователем asu

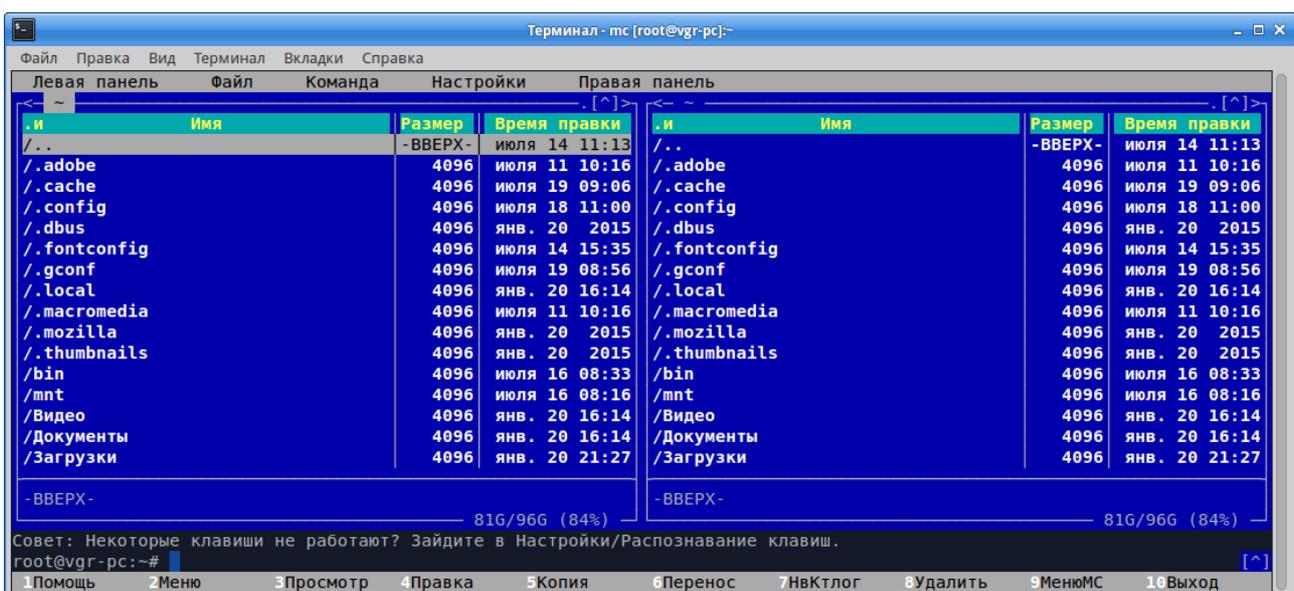


Рисунок 1.9 - Файловый менеджер mc, запущенный пользователем root

Изучение перечисленных выше приложений — вполне достаточно как для начала работы с ПО ОС УПК АСУ, так и для изучения учебного материала, изложенного в разделе 2 данного пособия.

Учебное задание

Освоить работу приложений ОС УПК АСУ, описанных *в данном подразделе* учебного пособия.

Перейти к изучению учебного материала, изложенного *во втором разделе* данного пособия.

2. Загрузка ОС УПК АСУ с использованием ПО GRUB2

Все учебные работы, выполняемые в среде ОС УПК АСУ, требуют использования личных flashUSB студента. Такой подход обусловлен двумя причинами:

- стремлением минимизировать затраты на установку и сопровождение ПО ОС УПК АСУ;
- желанием обеспечить для каждого студента возможность формирования и сохранения личной рабочей среды, специализированной для выполнения работ по изучаемой дисциплине.

Личный flashUSB студента должен обеспечивать:

- загрузку ОС УПК АСУ на компьютерах учебных классов кафедры АСУ;
- загрузку ОС на компьютерах как с архитектурой BIOS, так и с архитектурой UEFI;
- самостоятельную загрузку ОС в автономном (аварийном) режиме: без установки ПО ОС УПК АСУ на внешние носители компьютера.

Предъявленные требования к flashUSB студента обеспечиваются:

- созданием на ней нужной структуры блочного устройства;
- форматированием ее раздела в соответствии с требованиями UEFI;
- установкой на устройство универсального загрузчика GRUB2;
- копированием на нее минимального варианта ПО ОС УПК АСУ.

Физические требования к такой flashUSB ограничены:

- возможностью доступа к ней *на уровне BIOS или UEFI компьютера*;
- объемом хранимой информации *не менее 2 Гбайт*.

Замечания

Подготовка личного flashUSB студента предполагает:

- работу в уже загруженной ОС УПК АСУ;
- использование знаний и навыков, получаемых при изучении дисциплины «Операционные системы».

Учитывая указанные особенности, предполагаются следующий порядок изучения и использования учебного материала данного раздела:

- учебный материал изложен в справочной форме, отражающей особенности текщей версии ПО ОС УПК АСУ;
- студенты, имеющие опыт и навыки работы с ПО GRUB2, подготавливают личные flashUSB самостоятельно, учитывая требования и ограничения, изложенные в данном разделе;
- студенты, не имеющие опыт работы в среде ОС УПК АСУ, передают преподавателю личные flashUSB, для установки на них ПО GRUB2, и продолжают изучение учебного материала данного раздела, рассматривая его как часть будущей лабораторной работы по изучаемой дисциплине.

Общая структура учебного материала данного раздела следующая:

- *первые три подраздела* содержат соответственно краткие характеристики BIOS компьютера, его современного расширения UEFI и ПО GRUB2;
- *четвертый подраздел* описывает процедуры создания нужной структуры блочного устройства flashUSB и установку на него ПО GRUB2;
- *пятый подраздел* дает описание файла конфигурации *grub.cfg*, учитывающий особенности запуска и применения ПО ОС УПК АСУ;
- *шестой подраздел* посвящен вопросам создания на личном flashUSB студента аварийного варианта ОС УПК АСУ.

2.1 Краткая характеристика BIOS компьютера

На соответствующем историческом этапе развития архитектуры компьютеров появился BIOS, который является программным обеспечением, расположенным на материнской плате компьютера в микросхемах EEPROM и NVRAM.

BIOS — *Basic Input/Output System* — базовая система ввода-вывода.

EEPROM — *Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory* — электрически стираемое перепрограммируемое постоянное запоминающее устройство.

NVRAM — *Non Volatile Random Access Memory* – энергонезависимая память или любое устройство компьютерной памяти, сохраняющее данные независимо от подачи на него питающего напряжения.

Справочную информацию по ПО BIOS можно найти в инструкции, которая прилагается к материнской плате, во время ее покупки. Но, поскольку, современные компьютеры покупаются с уже установленной материнской платой, то такой инструкции может не быть или она слишком краткая и не дает полной информации. В этом случае, следует воспользоваться сайтами, специализированными на описание BIOS и аппаратуры ЭВМ.

ПО BIOS начинает работать сразу, после включения питания компьютера, и выполняет процедуры, известные как *Power-On-Self-Test* или **POST**. После завершения этих процедур, ПО BIOS делает небольшой тайм-аут, который позволяет нажатием определенных клавиш запустить программу, известную как **BIOS Setup**. Наиболее распространенные комбинации таких клавиш — **Del**, **F2** или **Esc**.

Программное обеспечение BIOS Setup обычно имеет текстовый интерактивный интерфейс, использующий псевдографику. Он позволяет произвести различную настройку аппаратного обеспечения компьютера. Однако следует заметить, что *неверные настройки BIOS* могут не только нарушить работу компьютера, но даже могут вывести его из строя.

Основной настройкой BIOS Setup, которой должен уметь пользоваться каждый студент, является *определение порядка проверки блочных устройств ЭВМ*, используемый для установки нужного варианта загрузки ОС. Для этого, в главном меню BIOS Setup выбирается пункт меню **Boot** и дальнейшие действия осуществляются согласно подсказкам, отображаемым на экране компьютера.

После установки flashUSB первым загрузочным устройством, следует нажать клавишу **F10**. BIOS перезапустится с нужным порядком проверки блочных устройств.

Замечание

Чтобы ПО BIOS Setup могло определить и отобразить устройство flashUSB, его необходимо вставить в разъем USB, *до перезагрузки компьютера*.

Возможность загрузки компьютера с помощью flashUSB студента определяется следующими условиями:

- *способностью BIOS* определять flashUSB как блочное устройство, потенциальное для загрузки;
- *наличие на устройстве flashUSB* структуры MBR (Master Boot Record) с наличием раздела, который отмечен как загрузочный;
- *наличие на устройстве flashUSB* правильно записанного загрузчика ОС.

Невыполнение хотя бы одного из этих условий делает невозможной загрузку ОС с flashUSB студента.

2.2 Краткая характеристика UEFI компьютера

EFI — *Extensible Firmware Interface* — *расширяемый интерфейс прошивки* или интерфейс между ОС и микропрограммами, управляющими низкоуровневыми функциями оборудования, который предназначен для замены интерфейса BIOS. **Первая спецификация EFI** была разработана корпорацией Intel. Позднее, стандарты на это ПО стали называться UEFI.

UEFI — *Unified Extensible Firmware Interface* — новые стандарты EFI, разработкой которых занимается *Unified EFI Forum*.

Таким образом, UEFI — это новый интерфейс загрузки ОС, который, со временем, должен заменить интерфейс BIOS.

Новый интерфейс UEFI, по сравнению с интерфейсом BIOS, имеет возможность функционировать в трех режимах:

- *защищенном режиме*, в котором загружаются только ОС, сертифицированные производителями оборудования ЭВМ, и не допускается вмешательство в этот процесс загрузки; типичным представителем ОС, способной загружаться в этом режиме, является MS Windows 8.1;
- *открытом (незащищенном) режиме*, в котором интерфейс видит внешние

устройства и специальные файловые системы этих устройств, позволяющие использовать загрузчики и ОС, поддерживающие интерфейс UEFI;

- *режим совместимости (Legacy UEFI)*, в котором ПО UEFI имитирует работу ПО BIOS, поэтому в данном подразделе он не рассматривается.

ПО ОС УПК АСУ, являясь 64-битной ОС Linux, поддерживает загрузку и последующую работу с UEFI. Учитывая, что все современные материнские платы ЭВМ, являются 64-битными и содержат интерфейс UEFI, изучение процесса загрузки с помощью этого интерфейса становится актуальным.

FlashUSB студента, являясь сменным блочным устройством (removable device), опознается UEFI, работающим в незащищенном режиме. Чтобы оно рассматривалось как загрузочное устройство, необходимо выполнение следующих условий:

- *для структуры устройства с MBR* (Master Boot Record) должен иметься раздел, поддерживающий тип FAT32 и отформатированный в FAT32; например разделы с типами файловых систем *0x0b* или *0x0c*;
- *для структуры устройства с GPT* (Global Partition Table) должен быть раздел с типом *0xef00*, также отформатированный под ФС FAT32;
- в корне такой файловой системы должна быть директория */EFI/BOOT*, в которой должен находиться файл загрузчика ОС с именем *BOOTX64.EFI*.

Таким образом, загрузка ОС УПК АСУ становится возможной даже, если UEFI компьютера не поддерживает режим Legacy.

2.3 Краткая характеристика ПО GRUB2

Проблема загрузки разных ОС с одного блочного устройства всегда будоражила умы пользователей ЭВМ, тем более, что емкость внешних устройств постоянно увеличивалась. Естественно, что этой проблемой всегда интересовались как отдельные программисты, так и разработчики ОС. Со временем, появилось множество программ, которые с тем или иным успехом справлялись с этой задачей.

Наиболее распространенными загрузчиками ОС являются:

- NTLDR — загрузчик ядра MS Windows NT;
- Windows Boot Manager (bootmgr.exe, winload.exe) — загрузчик ядра MS Windows Vista; *bootmgfw.efi* — для MS Windows 7, 8, 8.1 и других;
- LILO (LIinux Loader) — *старый* загрузчик ядра Linux;
- **GRUB** (Grand Unified Bootloader) — **новый** загрузчик ядра Linux и Hurd;
- RedBoot — загрузчик для встраиваемых систем;
- SILO (SPARC Improved bootLOader) — загрузчик Linux и Solaris для машин с архитектурой SPARC;
- Loadlin — загружает Linux из под MS DOS или MS Windows;

- Syslinux — загружает Linux из под MS DOS или MS Windows;
- BOOTP — применяется для загрузки по сети.

Среди перечисленного ПО, *наиболее интересным* является ПО **GRUB**, которое считается официальным загрузчиком ОС Linux из проекта GNU. Оно умеет загружать разные ОС, включая MS Windows, со многих аппаратных платформ. Со временем, этот проект модифицировался и стал называться **GRUB2**, а старый проект получил название GRUB Legacy.

ПО проекта **GRUB2** входит в дистрибутива ОС УПК АСУ в двух вариантах:

- *вариант i386-pc* позволяет загружать ОС режимах BIOS или UEFI Legacy;
- *вариант x86_64-efi* позволяет загружать 64-битные ОС в незащищенном режиме UEFI.

Оба этих варианта могут быть установлены на flashUSB студента, как описано в подразделе 2.4 данного документа.

ПО **GRUB2** имеет модульную структуру, встроенный редактор и интерпретатор команд, реализующий некоторое подмножество языка shell. Его работа начинается с поиска конфигурационного файла *grub.cfg*, который по умолчанию должен находиться в директории */boot/grub* того раздела файловой системы, где установлено ПО GRUB2.

Вариант ПО **i386-pc** требует дополнительного пространства перед первым разделом используемого блочного устройства. Туда пишется код ядра GRUB. В общем случае, все ПО этого варианта может быть разделено на *три части*:

boot.img - программный код (446 байт), записываемый в MBR;

core.img - собственно программный код ядра GRUB, который записывается в пространство между MBR и первым разделом блочного устройства;

/boot/grub/ - остальное ПО GRUB, включая модули и файлы конфигурации.

2.4 Установка ПО GRUB2 на flashUSB

Учебная цель этого материала — описание подготовки личного flashUSB для проведения данной и последующих учебных работ.

Учебный материал излагается в предположении, что:

- запущена ОС УПК АСУ и активирована сессия пользователя *asu*;
- используется компьютер с двумя винчестерами, которые соответствуют устройствам */dev/sda* и */dev/sdb*;
- flashUSB студента соответствует устройству */dev/sdc*;
- на flashUSB студента имеется только один раздел, соответствующий устройству */dev/sdc1*.

Замечание

Студенты, только приступившие к изучению конкретной дисциплины и не имеющие опыта работы с ОС УПК АСУ, передают свои flashUSB преподавателю и *изучают данный материал теоретически!*

Следует помнить, что личный flashUSB студента используется:

- *для запуска* операционной системы;
- *для восстановления* и *сохранения* операционной среды студента, которая *формируется индивидуально* в процессе выполнения всех учебных работ;
- *для хранения* личных данных, учебно-методического материала и отчета обучающегося.

Замечание

Перед выполнением последующих действий, все данные на flashUSB студента должны быть сохранены на других носителях информации. Сама flashUSB должна быть очищена от всех данных.

Этап 1: Проверка структуры flashUSB

Необходимо открыть окно терминала и выполнить команду: **sudo fdisk -l**

В результате, в окно терминала будет выведена информация о структуре всех блочных устройств компьютера. Информация о flashUSB, как показано на рисунке 2.1, будет выведена последней.

```

Терминал - asu@vgr-pc: ~
Файл  Правка  Вид  Терминал  Вкладки  Справка

Записи таблицы разделов не соответствуют порядку разделов на диске.
Диск /dev/sdc: 1,9 GiB, 2003828736 байтов, 3913728 секторов
Единицы измерения: секторов из 1 * 512 = 512 байтов
Размер сектора (логический/физический): 512 байт / 512 байт
I/O size (minimum/optimal): 512 bytes / 512 bytes
Тип метки диска: dos
Идентификатор диска: 0xdb3af37e

Device      Boot Start      End Sectors  Size Id Type
/dev/sdc1   128 3909759 3909632   1,9G  6 FAT16

asu@vgr-pc:~$

```

Рисунок 2.1 - Проверка структуры блочного устройства flashUSB

Хорошо видно, что flashUSB:

- имеет структуру MBR (*Тип метки диска: dos*);
- имеет один раздел /dev/sdc1, который *не является загрузочным*;
- раздел начинается с сектора 128, поэтому для ПО GRUB2 доступно только 126 секторов, что *может быть недостаточно для установки его ядра*;
- размер раздела: 1.9 Гбайт достаточен для установки ПО УПК АСУ;
- тип раздела: 6 — используется для накопителей малого размера;

- формат раздела: FAT16 — используется для накопителей малого размера. **Таким образом**, структуру данного устройства следует изменить, чтобы не иметь проблем с установкой GRUB2.

Замечание

Если структура flashUSB студента удовлетворяет необходимым требованиям, то *следует перейти к этапу 4*.

Этап 2: Изменение структуры flashUSB

Необходимо убедиться, что устройство /dev/sdc1 не монтировано, иначе выполнить команду: **sudo umount /dev/sdc1**

Запустить утилиту *fdisk* командой: **sudo fdisk /dev/sdc**

В интерактивном режиме работы утилиты *fdisk*, выполнить команды:

- **d** — удаляет существующий раздел flashUSB;
- **n** — создает новый раздел;
- **t** — устанавливает тип раздела: следует указать **c**;
- **a** — делает раздел активным (загрузочным);
- **w** — сохраняет все проведенные изменения и выходит из интерактивного режима работы утилиты fdisk.

Результат указанных действий показан на рисунке 2.2.

Проверить структуру flashUSB командой: **sudo fdisk -l /dev/sdc**

Результат указанных действий показан на рисунке 2.3, на котором хорошо видно, что раздел /dev/sdc1 начинается с сектора 2048. Это соответствует размеру в 1 Мбайт памяти, *что вполне достаточно для записи ядра GRUB2*.

Этап 3: Форматирование раздела /dev/sdc1 на flashUSB

Необходимо убедиться, что устройство /dev/sdc1 не монтировано, иначе выполнить команду: **sudo umount /dev/sdc1**

Запустить *утилиту форматирования* командой: **sudo mkfs.fat -F 32 /dev/sdc1**

Проверить работоспособность устройства flashUSB. Для этого:

- установить курсор мыши на значке flashUSB рабочего стола пользователя;
- нажатием левой кнопки мыши - подключить устройство.

В результате:

- должен запуститься файловый менеджер Thunar и монтироваться раздел устройства /dev/sdc1;
- содержимое раздела устройства /dev/sdc1 должно быть «пустым» (не содержать файлов и директорий).

Далее следует:

- закрыть окно файлового менеджера Thunar;
- установить курсор мыши на значке flashUSB рабочего стола; правой кнопкой мыши активировать и выбрать пункт «*Отключить том*»;
- перейти к выполнению *этапа 4*.

```

Терминал - asu@vgr-pc: ~
Файл  Правка  Вид  Терминал  Вкладки  Справка
asu@vgr-pc:~$ sudo fdisk /dev/sdc
[sudo] password for asu:
Добро пожаловать в fdisk (util-linux 2.25.2).
Изменения остаются только в оперативной памяти, пока вы не решите их сохранить.
Будьте осторожны с использованием команды сохранения!

Команда (m для справки): d
Выбранный раздел 1
Раздел 1 удалён.

Команда (m для справки): n
Тип раздела
  p  первичный (0 первичных, 0 расширенных, 4 свободно)
  e  расширенный (контейнер для логических разделов)
Select (default p):

Using default response p.
Номер раздела (1-4, по умолчанию 1):
Первый сектор (2048-3913727, по умолчанию 2048):
Last sector, +sectors or +size{K,M,G,T,P} (2048-3913727, по умолчанию 3913727):

Создан новый раздел 1 типа 'Linux' и размера 1,9 GiB.

Команда (m для справки): t
Выбранный раздел 1
16-ричный код (наберите L, чтобы увидеть все коды): c
Если вы создали или изменили какие-либо разделы DOS 6.x, смотрите дополнительные сведения в документации fdisk.
Изменён тип раздела 'Linux' на 'W95 FAT32 (LBA)'.

Команда (m для справки): a
Выбранный раздел 1
The bootable flag on partition 1 is enabled now.

Команда (m для справки): w
Таблица разделов изменена.
Calling ioctl() to re-read partition table.
Синхронизация дисков.

asu@vgr-pc:~$

```

Рисунок 2.2 — Создание нужной структуры на устройстве /dev/sdc

```

Терминал - asu@vgr-pc: ~
Файл  Правка  Вид  Терминал  Вкладки  Справка
asu@vgr-pc:~$ sudo fdisk -l /dev/sdc

Диск /dev/sdc: 1,9 GiB, 2003828736 байтов, 3913728 секторов
Единицы измерения: секторов из 1 * 512 = 512 байтов
Размер сектора (логический/физический): 512 байт / 512 байт
I/O size (minimum/optimal): 512 bytes / 512 bytes
Тип метки диска: dos
Идентификатор диска: 0xdb3af37e

Device      Boot Start      End Sectors  Size Id Type
/dev/sdc1   *      2048 3913727 3911680  1,9G  c W95 FAT32 (LBA)

asu@vgr-pc:~$

```

Рисунок 2.3 — Проверка структуры на устройстве /dev/sdc

Этап 4: Установка ПО GRUB2 на раздел /dev/sdc1 flashUSB

Открыть окно терминала, а в нем, командой `mc`, открыть файловый менеджер Midnight Commander. Затем, перейти в директорию `~/bin` и выделить файл `set-grub2-to-flash-usb`, как показано на рисунке 2.4.

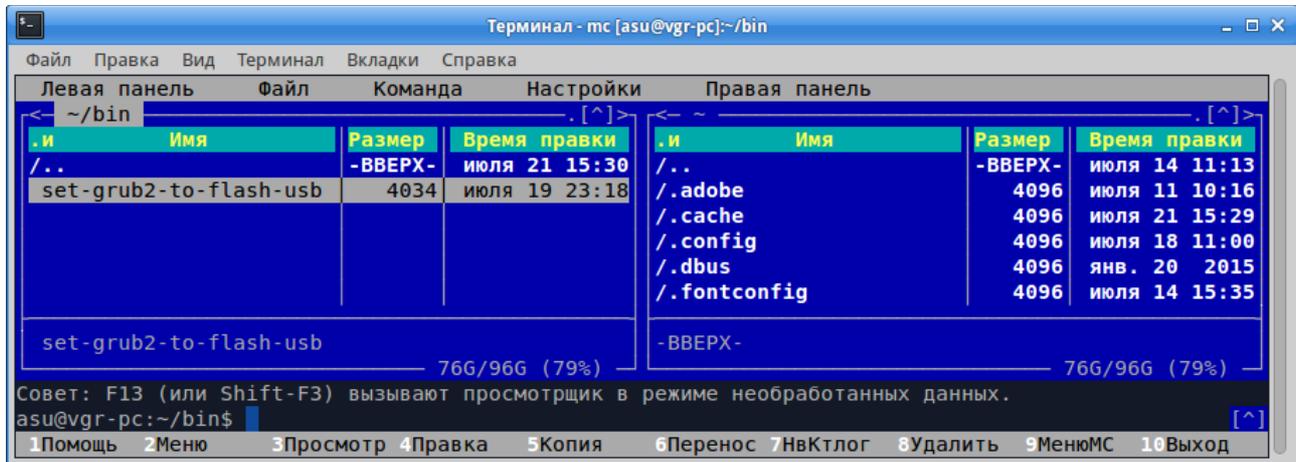


Рисунок 2.4 — Выделение файла `set-grub2-to-flash-usb`

Клавишей `F4` вызвать текстовый редактор этого файла, как показано на рисунке 2.5. В окне редактора найти место с комментарием «*# Место определения устройств*» и отредактировать значения переменных `xdev` и `xpat`, установив правильные значения. После проведения редактирования, запомнить изменения, нажав клавишу `F2`, и выйти из редактора, нажав клавишу `Esc`.

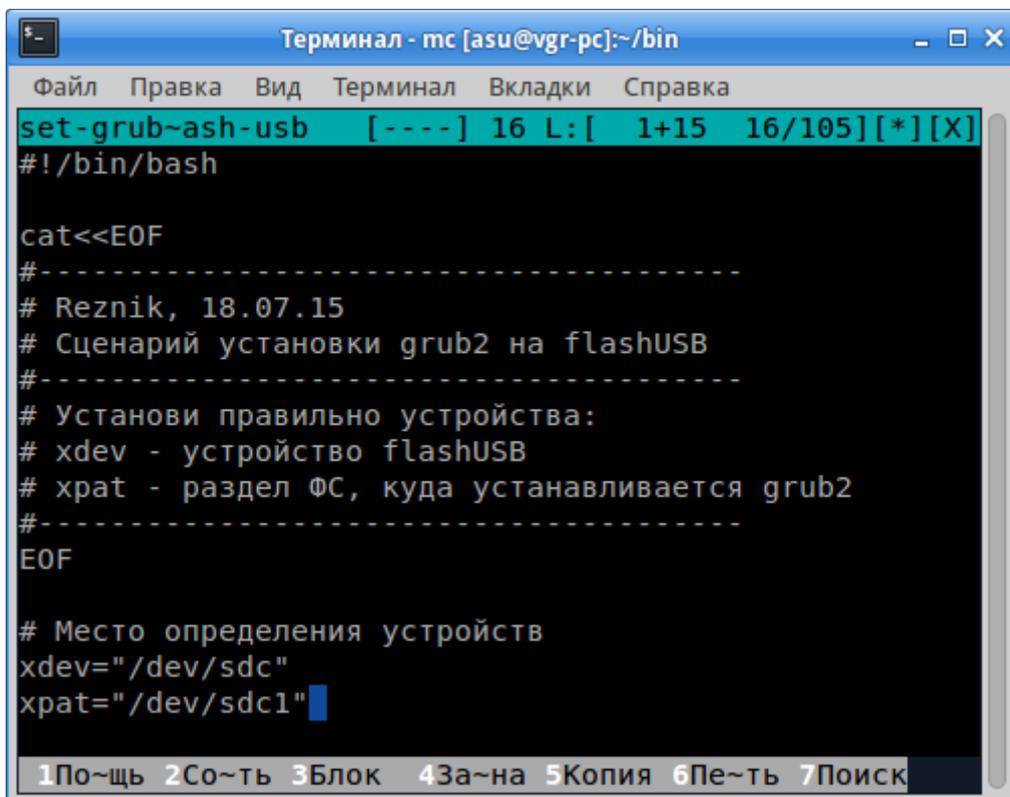


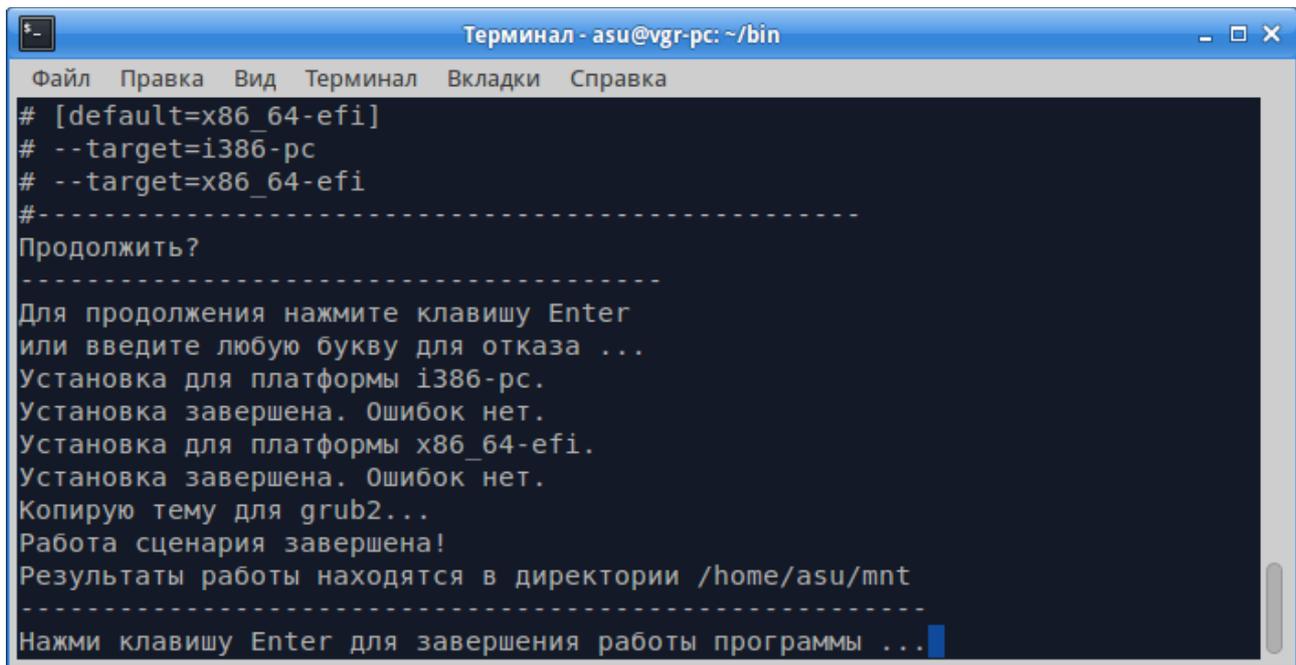
Рисунок 2.5 — Редактирование файла `set-grub2-to-flash-usb`

Находясь в окне файлового менеджера, как показано на рисунке 2.4, выполнить команду: **bash set-grub2-to-flash-usb**

Процесс работы сценария *set-grub2-to-flash-usb* прерывается двумя вопросами «Продолжить?»:

- если сообщения об ошибках отсутствуют, то для продолжения нужно нажать клавишу *Enter*;
- если необходимо прервать процесс установки ПО GRUB2, то следует ввести любую букву и нажать клавишу *Enter*.

Результат успешного завершения сценария *set-grub2-to-flash-usb* приведен на рисунке 2.6. Предлагается также посмотреть результаты установки ПО в директории */home/asu/mnt ...*



```

Терминал - asu@vgr-pc: ~/bin
Файл Правка Вид Терминал Вкладки Справка
# [default=x86_64-efi]
# --target=i386-pc
# --target=x86_64-efi
#-----
Продолжить?
-----
Для продолжения нажмите клавишу Enter
или введите любую букву для отказа ...
Установка для платформы i386-pc.
Установка завершена. Ошибок нет.
Установка для платформы x86_64-efi.
Установка завершена. Ошибок нет.
Копирую тему для grub2...
Работа сценария завершена!
Результаты работы находятся в директории /home/asu/mnt
-----
Нажми клавишу Enter для завершения работы программы ...

```

Рисунок 2.6 — Завершение работы сценария *set-grub2-to-flash-usb*

Нажимаем клавишу *Enter* и переходим в директорию *~mnt*, содержимое которой показано на рисунке 2.7:

- **директория *EFI*** содержит загрузчик ОС, который поддерживает интерфейс *UEFI*;
- **директория *boot*** содержит ПО *GRUB2*.

Перейдя в директорию *~mnt/EFI/BOOT*, содержимое которой показано на рисунке 2.8, мы увидим:

- **загрузчик ПО *GRUB2***, именованный как файл *BOOTX64.EFI*;
- **файл *grub.cfg***, содержимое которого показано на рисунке 2.9.

Из текста рисунка 2.9 хорошо видно, что файл *grub.cfg* ссылается на другой **файл *grub.cfg***, расположенный в директории */boot/grub*.

Наконец, перейдя в директорию *~mnt/boot/grub*, мы видим содержимое ПО *GRUB2*, показанное на рисунке 2.10.

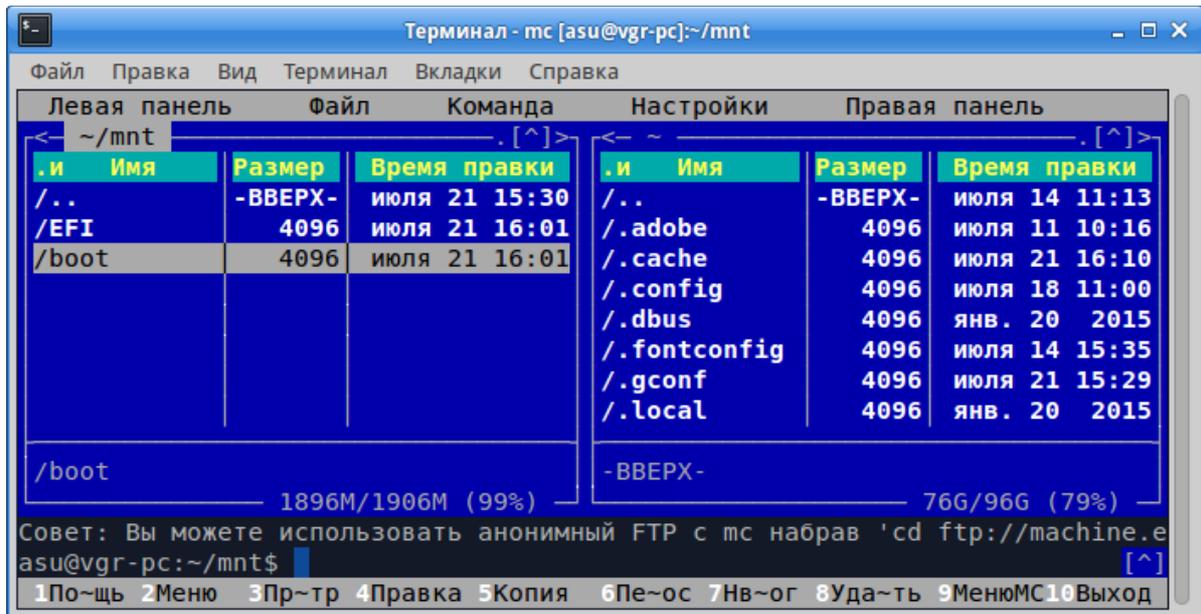


Рисунок 2.7 — Корневая директория flashUSB после установки ПО GRUB2

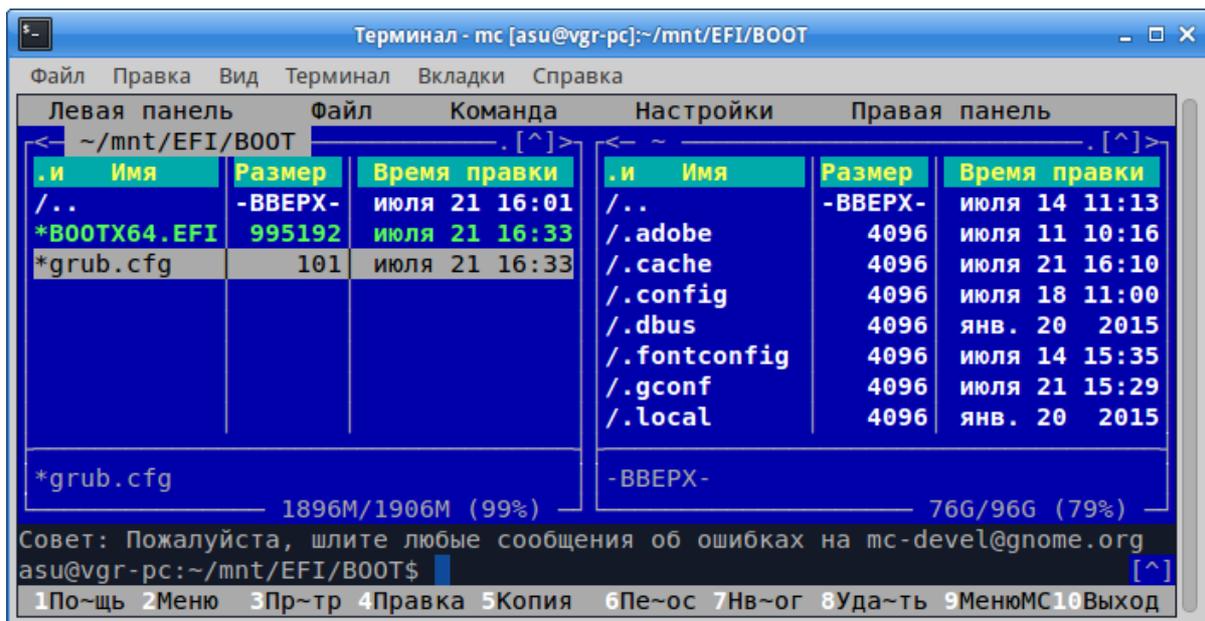


Рисунок 2.8 — Содержимое директории .../EFI/BOOT

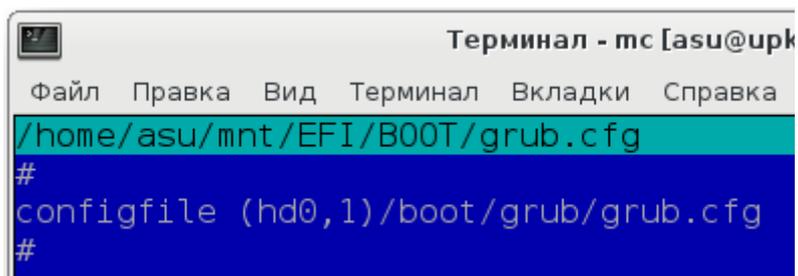


Рисунок 2.9 — Содержимое файла grub.cfg в директории .../EFI/BOOT

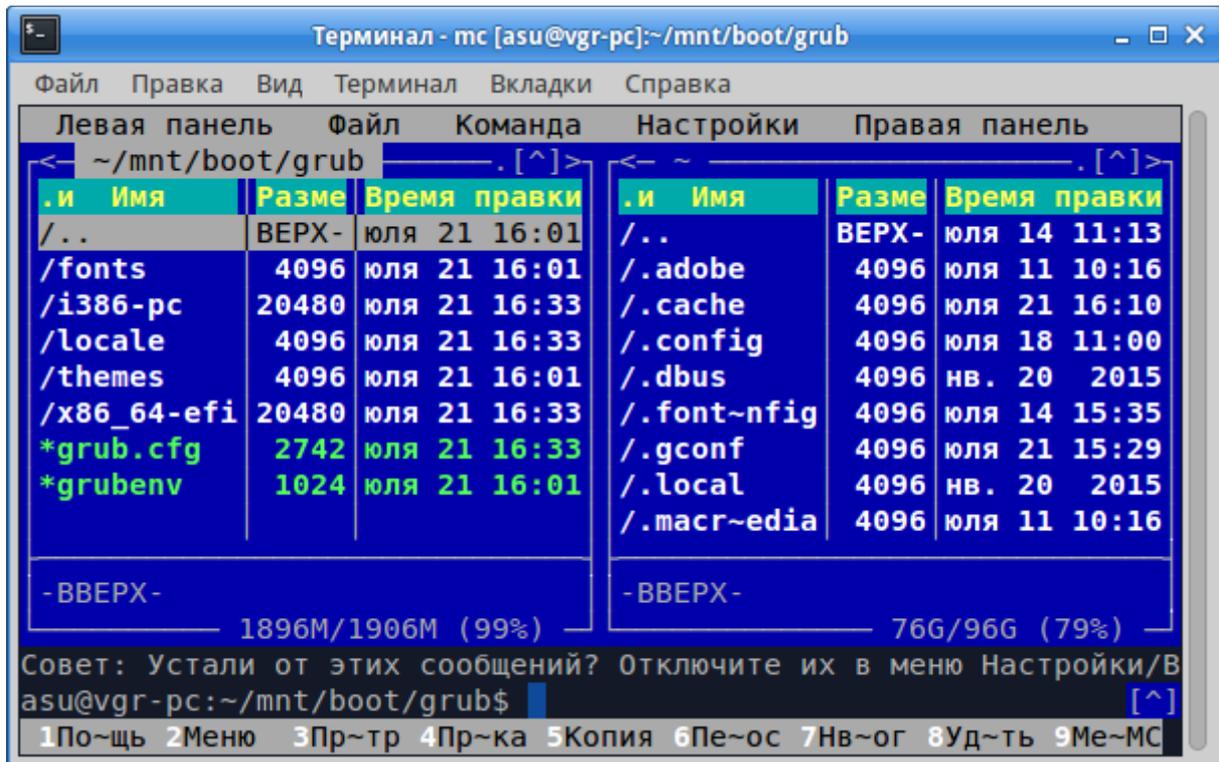


Рисунок 2.10 — Содержимое директории ПО GRUB2

Содержимое директории ПО GRUB2:

- *директория i386-pc* содержит модули ПО GRUB2, поддерживающие архитектуру блочных устройств MBR;
- *директория x86_64-efi* содержит модули ПО GRUB2, поддерживающие архитектуру UEFI;
- *директории fonts, locale u themes* содержат шрифты, модули локализации и темы отображения меню GRUB;
- *файл grub.cfg* — файл конфигурации, рассмотренный в подразделе 2.5 данного руководства;
- *файл grubenv* — вспомогательный файл среды ПО GRUB2.

Замечание

ПО среды GRUB2 установлено на flashUSB студента и готово к использованию, но следует проверить и настроить файл конфигурации *grub.cfg*. Как это сделать, изложено в подразделе 2.5 данного руководства.

2.5 Файл конфигурации *grub.cfg*

Ядро ПО GRUB2 является интерпретатором, который находит и исполняет сценарий файла *grub.cfg*. Язык интерпретатора является подмножеством стандартного языка shell, поэтому хорошо понятен программистам. Встроенный набор команд интерпретатора — достаточно большой. Он позволяет работать с

оборудованием компьютера и имеет средства интерактивного взаимодействия с пользователем. Фактически, ПО GRUB2 является упрощенной однопользовательской операционной системой.

Замечание

На flashUSB студента установлено два ядра, соответствующих двум вариантам ПО GRUB2:

- *ядро первого варианта*, предназначенное для работы с ПО BIOS, записано в пространство между MBR и первым разделом flashUSB; туда же записана ссылка на блочное устройство, его раздел и директорию, где расположено ПО GRUB2 и файл конфигурации *grub.cfg*; в нашем случае — это директория */boot/grub*; модули этого ядра находятся в директории уровнем ниже: */boot/grub/i386-pc*;
- *ядро второго варианта*, предназначенное для работы с ПО UEFI, представляет собой файл *BOOTX64.EFI*, записанный в директорию */EFI/BOOT*; туда же записан и файл конфигурации *grub.cfg*, содержимое которого, как показано на рисунке 2.9, делает ссылку на новую директорию, где расположено ПО GRUB2 и новый файл конфигурации *grub.cfg*; в нашем случае — это та же директория */boot/grub*; модули этого ядра находятся в директории уровнем ниже: */boot/grub/x86_64-efi*.

Таким образом, в обоих вариантах запуска ядра ПО GRUB2:

- используется одна и та же базовая директория */boot/grub*;
- один и тот же файл конфигурации *grub.cfg*.

Общая структура файла конфигурации *grub.cfg* может быть представлена в виде двух частей:

- *первая - заголовочная часть* - содержит команды и определение функций, которые влияют на общий процесс работы ядра ПО GRUB2 и могут использоваться во второй части файла конфигурации *grub.cfg*; обычно, здесь обеспечивается определение и настройка видеорежимов ЭВМ, настройка параметров локализации и выбор темы отображения меню GRUB2;
- *вторая - часть меню* - содержит последовательность операторов с именем *menuentry*; каждый такой оператор содержит *заголовочную часть* в виде строки, которая отображается как пункт меню, и *блок операторов*, ограниченный фигурными скобками, в котором находится последовательность команд ядра ПО GRUB2, исполняемая после выбора соответствующего пункта меню; в частности, в операторном блоке могут быть использованы функции, определенные в первой части файла конфигурации; также, используя команду: **configfile имя_файла**, как было показано на рисунке 2.9, можно строить дерево вызова файлов конфигурации.

Первая, заголовочная часть, используемого файла конфигурации представлена на листинге 2.1. Она обеспечивает инициализацию графической подсистемы компьютера и отображение «фирменной» заставки, на фоне которой выволятся пункты меню при работе ПО GRUB2. Подробное обсуждение этой части ПО не входит в тематику данного пособия.

Листинг 2.1 - Заголовочная часть файла grub.cfg

```

#-----
# Reznik, 30.07.2016
# Часть 1: Заголовочная часть grub.cfg
#-----
#
function load_video {
  if [ x$feature_all_video_module = xy ]; then
    insmod all_video
  else
    insmod efi_gop
    insmod efi_uga
    insmod ieee1275_fb
    insmod vbe
    insmod vga
    insmod video_bochs
    insmod video_cirrus
  fi
}
#
set pager=1
dir=/boot/grub/themes/upkasu
set theme=$dir/theme.txt
export theme
insmod regexp
loadfont /boot/grub/fonts/*.pf2
loadfont $dir/f/*.pf2
insmod png
#set gfxmode=800x600
#set gfxpayload=$gfxmode
set lang=ru_RU
insmod gfxterm
insmod gfxmenu
insmod vga
insmod vbe
#
set locale_dir=/boot/grub/locale
terminal_output gfxterm

# Конец части 1

```

Вторая часть файла конфигурации grub.cfg предназначена для:

- *отображения пунктов меню* для вариантов загрузки ОС УПК АСУ;
- *формирования параметров*, передаваемых ядру ОС;
- *непосредственной загрузки* ядра ОС и его временной файловой системы.

В учебном процессе используются два варианта оператора *menuentry*, которые будут выводить на экран два пункта меню:

Загрузка ОС УПК АСУ с 1-го раздела жесткого диска
Загрузка аварийного варианта ОС с личного flashUSB

Вариант оператора *menuentry* для первого пункта меню представлен на листинге 2.2.

Листинг 2.2 — Меню загрузки ОС УПК АСУ с 1-го раздела жесткого диска

```

#-----
# Reznik, 30.07.2016
# Часть 2: Часть меню
#-----
menuentry "Загрузка ОС УПК АСУ с 1-го раздела жесткого диска"{

# Загружаем модули ядра GRUB2
    insmod part_gpt
    insmod part_msdos
    insmod ext2
    insmod ntfs

# Определяем UUID дистрибутива (жесткий диск): root=UUID
    set root='(hd1,1)'
    probe -s root_uuid -u $root
    set aa="root=UUID=$root_uuid"

# Определяем путь к дистрибутиву: upk_path
    set aa="$aa upk_path=asu64upk"

# Определяем UUID архива (flashUSB): upk_arch=UUID
    set root='(hd0,1)'
    probe -s arch_uuid -u $root
    set aa="$aa upk_arch=UUID=$arch_uuid"

#
# Если имеется раздел UEFI:
#     set root='(hd0,1)'
#     probe -s uefi_uuid -u $root
#     set aa="$aa uefi_uuid=$uefi_uuid"
# Задаем имя хоста (компьютера): upk_host
    set aa="$aa upk_host=new_host"

# Запускаем Linux:
# Параметр aa      - строка параметров, сформированных выше.
# Параметр quiet  - ядро ОС не будет выводить отладочные сообщения.

linux (hd1,1)/asu64upk/boot/vmlinuz-linux $aa quiet
initrd (hd1,1)/asu64upk/boot/initramfs-upkasu3.img
}
# Конец первого варианта меню

```

Вариант оператора **menuentry** для *второго пункта меню* представлен на листинге 2.3, подразделе 2.6 данного руководства.

2.6 Аварийный вариант ОС УПК АСУ

Аварийный вариант ОС УПК АСУ необходим для случаев, когда ПО ОС отсутствует на жестком диске компьютера или частично разрушено. Возможны также случаи, когда файловая система ОС MS Windows, на которой устанавливается ПО ОС УПК АСУ, не полностью завершила корректное отключение. Это является типичной ситуацией, когда включен быстрый вариант загрузки ОС.

Аварийный вариант ОС УПК АСУ создается студентом самостоятельно на своем личном flashUSB, *но только после, того как на него было установлено*

ПО GRUB2.

Для выполнения этой процедуры, на личном flashUSB студента создается директория `/asu64upk/`, куда переносятся директории с файлами:

- `boot/vmlinuz-linux` — файл ядра ОС;
- `boot/initramfs-upkasu2.img` — файл временной файловой системы ОС;
- `upkasu/asufs.ext4fs` — архив первого уровня корневой ФС ОС;
- `upkasu/usrfs.sfs` — сжатая часть директории `/usr` корневой ФС ОС;

Такая конфигурация ПО на flashUSB студента, совместно с установленным ПО GRUB2, не превышает объема 2 Гбайт. Она позволяет загрузить ОС УПК АСУ (в текстовом режиме) от имени пользователя `asu` и выполнять аварийные работы по восстановлению ОС или использовать ее для других целей.

Для загрузки аварийного варианта ОС используется выбор второго варианта меню GRUB2. Оператор `menuentry` для этого пункта меню представлен на листинге 2.3.

Листинг 2.3 — Меню загрузки аварийного варианта ОС УПК АСУ

```
menuentry "Загрузка аварийного варианта ОС с личного flashUSB"{
# Определяем UUID дистрибутива (flashUSB): root=UUID
  set root='(hd0,1)'
  probe -s root_uuid -u $root
  set aa="root=UUID=$root_uuid"

# Определяем путь к дистрибутиву: upk_path
  set aa="$aa upk_path=asu64upk"

# Определяем UUID архива (flashUSB): upk_arch=UUID
  set root='(hd0,1)'
  probe -s arch_uuid -u $root
  set aa="$aa upk_arch=UUID=$arch_uuid"

# Задаем имя хоста (компьютера): upk_host
  set aa="$aa upk_host=new_host"

# Запускаем Linux:
# Параметр aa      - строка параметров, сформированных выше.
# Параметр quiet   - ядро ОС не будет выводить отладочные сообщения.

linux (hd0,1)/asu64upk/boot/vmlinuz-linux $aa quiet
initrd (hd0,1)/asu64upk/boot/initramfs-upkasu3.img
}
# Конец второго варианта меню
### END /etc/grub.d/40_custom ###
```

Замечание

flashUSB студента является обычным блочным устройством, поэтому, при наличии достаточного объема памяти ЭВМ, на него можно установить все ПО ОС УПК АСУ и проводить все учебные работы, но это приводит к быстрому износу данного устройства и выходу его из строя.

3. Контроль выполнения работ

Учебный процесс с использованием ПО ОС УПК АСУ проводится на компьютерах учебных классов кафедры АСУ ТУСУР, на которых такое программное обеспечение установлено. Допускается и поощряется использование студентами своих личных компьютеров.

В процессе выполнения учебных работ студенты заполняют, в электронном виде, личный отчет о проделанной работе, структура и формат которого определяется методическим материалом по каждой изучаемой дисциплине. Текущий и заключительный контроль личной отчетности студента учитывается преподавателем, в ходе оценки его успеваемости.

Текущий и заключительный контроль выполнения всех лабораторных и практических работ является обязательной составляющей частью процесса обучения.

Текущий контроль преподаватель проводит следующими способами:

- **индивидуальная регистрация** посещения каждой лабораторной или практической работы каждым студентом;
- **наблюдение** общего хода выполнения отдельной лабораторной или практической работы, в течение отведенного для ее выполнения времени;
- **просмотр** индивидуальных отчетов студентов и регистрация объема выполненной им работы;
- **оценка** результатов, выполненных каждым студентом работ, по двум контрольным точкам и предоставление этих оценок уполномоченному руководству ТУСУР.

Учебное издание

Резник Виталий Григорьевич

Учебный программный комплекс кафедры АСУ на базе ОС ArchLinux

Учебно-методическое пособие предназначено для предварительного изучения учебного программного комплекса студентами, выполняющими лабораторные и практические работы в учебных компьютерных классах кафедры АСУ ТУСУР.

Учебно-методическое пособие

Усл. печ. л. . Тираж 100. Заказ .

Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники
634050, г. Томск, пр. Ленина, 40