

**МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ И МАССОВЫХ
КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Ордена Трудового Красного Знамени федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московский технический университет связи и информатики**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

**«Инфраструктура разработки программных пакетов
и сборки программного обеспечения»**

для очного и дистанционного режимов обучения магистратуры и дополнительного
профессионального образования

Базовая кафедра общественно-государственного объединения «Ассоциация
документальной электросвязи» «Технологии электронного обмена данными» в
Московском техническом университете связи и информатики

Оглавление

Введение	3
Глава 1. Пакетный менеджер	6
1.1 Основной пакетный менеджер в Альт Платформа	8
1.2 Система управления пакетами	8
1.3 Установка необходимых пакетов для процесса сборки	11
1.4 Вопросы для самопроверки	13
Глава 2. Основные команды пакетного менеджера	14
2.1 Установка RPM-пакета	16
2.2 Проверка установки пакета в системе	17
2.3 Просмотр файлов пакета, установленного в системе	17
2.4 Просмотр недавно установленных пакетов	18
2.5 Поиск пакета в системе	18
2.6 Проверка файла, относящегося к пакету	18
2.7 Вывод информации о пакете	19
2.8 Обновление пакета	20
2.9 Вопросы для самопроверки	21
Глава 3. Программное обеспечение используемое для упаковки	22
3.1 Описание RPM-пакета	23
3.2 Инструменты для сборки RPM-пакетов	24
3.3 Рабочее пространство для сборки RPM-пакетов	24
3.4 Описание SPEC-файла	25
3.5 Пример .srcspec-файла	26
3.6 Составляющие основной части	31
3.7 RPM макросы	33
Глава 4. Инструмент Gear	36
4.1 Быстрый старт Gear	37
Глава 5. Инструмент Hasher	40
5.1 Справочная страница Hasher	40
5.2 Монтирование файловых систем внутри Hasher	41

Введение

Учебно-методическое пособие «Инфраструктура разработки программных пакетов и сборки программного обеспечения» предназначено для очного и дистанционного обучения студентов в рамках гуманитарно-технологической платформы по программам магистратуры и дополнительного профессионального образования «Информационная культура цифровой трансформации» базовой кафедры общественно-государственного объединения «Ассоциация документальной электросвязи» (АДЭ) «Технологии электронного обмена данными» (ТЭОД) в Московском техническом университете связи и информатики (МТУСИ).

Пособие состоит из введения, заключения, шести глав и содержит практикумы по следующим направлениям:

- Пакетный менеджер.
- Основные команды пакетного менеджера.
- Программное обеспечение, используемое для упаковки пакетов.
- Инструмент Gear.
- Инструмент hasher.
- Примеры использования инструментов ОС Альт для сборки пакетов.

Пособие включает сведения о программной платформе лабораторного практикума на базе отечественных операционных систем семейства «Альт», представленного компанией «Базальт СПО», единственного российского разработчика системного программного обеспечения, создавшего собственную технологическую среду распределённой коллективной разработки и обеспечения жизненного цикла программного обеспечения («Альт платформа»).

Разработки дистрибутивов операционных систем компании «Базальт СПО» основаны на отечественной инфраструктуре разработки «Сизиф» (Sisyphus), которая находится на территории РФ, принадлежит и поддерживается компанией «Базальт СПО». В основе Sisyphus лежат технологии сборки программ и учёта зависимостей между ними, а также отработанные процессы по взаимодействию разработчиков. На базе репозитория периодически формируется стабильная ветка (программная платформа), которая поддерживается в течение длительного

времени и используется в качестве базы для построения дистрибутивов линейки «Альт» и обеспечения их жизненного цикла.

ООО «Базальт СПО» выпускает линейку дистрибутивов разного назначения для различных аппаратных архитектур. В репозитории Sisyphus поддерживаются архитектуры: i586, x86_64, armh (armv7), aarch64 (armv8), Эльбрус (с третьего по шестое поколение), riscv64, mipsel, loongarch.

Часть дистрибутивов включена в **Единый реестр российских программ** для электронных вычислительных машин и баз данных — это «Альт СП», имеющий сертификаты ФСТЭК России, Минобороны России и ФСБ России, Альт Виртуализация, Альт Сервер, Альт Рабочая станция, Альт Образование, так и другие, бесплатные и свободные: Simply Linux, различные стартеркиты (Starterkits) и регулярные (regular) сборки. Дистрибутив — это составное произведение, в составе которого есть программа для дистрибуции (установки), называемая инсталлятор и набор системного и прикладного ПО. В основе всех дистрибутивов лежат пакеты свободного программного обеспечения.

Свободное программное обеспечение (СПО) — это программное обеспечение, распространяемое на условиях простой (неисключительной) лицензии, которая позволяет пользователю:

1. использовать программу для ЭВМ в любых, не запрещённых законом целях;
2. получать доступ к исходным текстам (кодам) программы как в целях изучения и адаптации, так и в целях переработки программы для ЭВМ; распространять программу (бесплатно или за плату, по своему усмотрению);
3. вносить изменения в программу для ЭВМ (перерабатывать) и распространять экземпляры изменённой (переработанной) программы с учётом возможных требований наследования лицензии;
4. в отдельных случаях (Copyleft лицензия) распространять модифицированную компьютерную программу пользователем на условиях, идентичных тем, на которых ему предоставлена исходная программа.

Примерами свободных лицензий являются:

1. **GNU general public license**. Version 3, 29 June 2007 (Стандартная общественная лицензия GNU. Версия 3, от 29 июня 2007 г.)
2. **BSD license**, New Berkley Software Distribution license (Модифицированная программная лицензия университета Беркли)

СПО отлично подходит для целей обучения и для разработки собственных решений, потому, что весь код доступен для изучения и модификации, однако авторы настоятельно советуют всем, кто использует СПО для построения своих программных продуктов учитывать особенности лицензирования не только

самих пакетов, но и входящих в их состав библиотек, так как если вы используете соyleft библиотеку, это обязывает вас распространять свою программу под аналогичной лицензией — любой человек, который поучит вашу программу легальным способом может потребовать предъявить ему исходный код.

В работе над пособием принимали участие:

Авторы: А. А. Абрамов, М. А. Фоканова, Мельников.

Рецензенты: А. А. Калинин, А. А. Лимачко, Валерий Синельников.

Редактура: В. Л. Черный, В. А. Соколов.

Глава 1

Пакетный менеджер

Операционная система состоит из разнообразных программ, библиотек, скриптов и приложений — число компонент может достигать тысячи единиц. В каждой из которых могут быть включены десятки файлов. Для удобства работы пользователя системные компоненты в Linux представлены в виде пакетов¹. Пакет объединяет в общий архив все файлы, используемые программой. Пользователь подбирает программы — устанавливает, обновляет, проверяет, удаляет их — только по имени пакета, не вдаваясь в отдельные детали подбора всех необходимых файлов. Работа с пакетом, как единым целым, позволяет управлять всеми данными программы.

Пакет — это специально подготовленный архив, содержащий программы, конфигурационные файлы, данные и управляющую информацию. Метаданные пакета содержат полное имя, номер версии, описание пакета, имя разработчика, контрольную сумму, зависимости от других пакетов. Управляющая информация пакета содержит контрольные суммы устанавливаемых файлов, зависимости устанавливаемого пакета от других пакетов, краткое описание, сценарии установки и удаления пакета, и прочую информацию, которую использует менеджер пакетов. Пакеты хранятся в специальном хранилище — **репозитории пакетов**.

Для удобства работы с пакетами придумали собственные форматы архивов:

- RPM (.rpm). Разработан компанией Red Hat. Применяется в системе Альт, Ред ОС, RHEL и CentOS.
- DEB (.deb). Формат пакетов дистрибутива Debian, а также Ubuntu.
- TAR.XZ. Применяется в дистрибутивах ArchLinux и Manjaro.

¹Курячий Г., Маслинский К. (2010). Операционная система Linux. Курс лекций. ДМК Пресс.

Каждый пакет определяется архитектурой системы под которую он собран, именем программы, номером её версии и номером релиза этой программы в дистрибутиве. Если пакет не зависит от архитектуры процессора, то в качестве архитектуры указывается «noarch».

Например, `admc-0.15.0-alt1.x86_64.rpm`:

Имя: `admc`
Номер версии: `0.15.0`
Номер релиза: `alt1`
Архитектура: `x86_64`

Пакетный менеджер — это программа для управления установкой, удалением, настройкой и обновлением пакетов с различным программным обеспечением. Пакетные менеджеры упрощают для пользователя процесс управления программами в системе. Пакетный менеджер также ведёт учёт пакетов, установленных в системе. Существует также менеджер зависимостей — специальная программа, подбирающая пакеты, зависящие друг от друга, и загружающая эти пакеты из хранилища². Менеджер зависимостей подбирает правильные версии пакетов и определяет порядок их установки. При помощи менеджера зависимостей можно узнать, с каким пакетом поставляется тот или иной файл.

Задачи пакетного менеджера:

- **установка программ.** Позволяет устанавливать программы из центрального хранилища или из локальных источников;
- **обновление программ.** Позволяет обновлять установленные программы до последних версий, представленных в хранилище;
- **удаление программ.** Позволяет безопасно удалять программы и все связанные с ними файлы;
- **управление зависимостями.** Автоматически устанавливает и управляет зависимостями программ;
- **проверка целостности пакетов.** Предотвращает конфликты при установке новых программ, обеспечивая целостность системы.

Пакетный менеджер позволяет:

- узнать информацию о пакете;
- определить пакет, которому принадлежит установленная программа;
- определить список компонент, установленных из указанного пакета.

Пакетные менеджеры делятся на две категории — низкоуровневые и высокоуровневые.

²Кетов Д. (2021). Внутреннее устройство Linux. 2-е изд., перераб. и доп. БХВ-Петербург.

- **Низкоуровневые пакетные менеджеры.** Используются для установки локальных пакетов, загруженных вручную пользователем, или высокоуровневым пакетным менеджером.
- **Высокоуровневые менеджеры.** Применяются для поиска и скачивания пакетов из репозиториев. В процессе работы могут задействовать низкоуровневые менеджеры для установки загруженных программ.

В операционной системе **Альт** используется формат пакетов `.rpm`. Пакеты `rpm` хранятся в удалённом хранилище (**Sisyphus** и/или его подветках — ветках). Для работы с такими пакетами применяется низкоуровневый пакетный менеджер **RPM** и консольная утилита **APT** (**Advanced Packaging Tool**).

1.1 Основной пакетный менеджер в Альт Платформа

В дистрибутивах **Альт** применяется пакетный менеджер **RPM**. **RPM Package Manager** — это семейство пакетных менеджеров, применяемых в различных дистрибутивах **GNU/Linux**. Практически каждый крупный проект, использующий **RPM**, имеет свою версию пакетного менеджера, отличающуюся от остальных.

Различия между представителями семейства **RPM** выражаются в:

- наборе макросов, используемых в `.spec-файлах`;
- различии сборки `rpm`-пакетов «по умолчанию» — при отсутствии каких-либо указаний в `.spec-файлах`, формате строк зависимостей;
- отличиях в семантике операций (например, в операциях сравнения версий пакетов);
- отличиях в формате файлов.

Для пользователя различия чаще всего заключаются в невозможности поставить пакет постороннего формата (например, `.deb`) из-за проблем с зависимостями другого формата пакета.

1.2 Система управления пакетами

Системой управления пакетами в дистрибутивах **Альт** является программа **APT** — **Advanced Packaging Tool** (усовершенствованный инструмент работы с пакетами). Программа **APT** способна автоматически устанавливать и настраивать программы в операционных системах **Альт** из предварительно откомпилированных пакетов и из исходных кодов. Утилита загружает пакеты из хранилища (репозитория), либо устанавливает с локального хранилища. Список источников пакетов хранится в файле `/etc/apt/sources.list` и в каталоге

/etc/apt/sources.list.d/. В системе Альт применяется графическая оболочка для apt — программа Synaptic³. Утилита apt значительно упрощает процесс установки программ в командном режиме.

Команда `$ apt-get` выведет описание и возможности утилиты `apt-get`:

```
$ apt-get
apt 0.5.15lorg2 для linux x86_64 собран Jul 26 2023 18:10:41
Использование: apt-get [параметры] команда
apt-get [параметры] install|remove пакет1 [пакет2 ...]
apt-get [параметры] source пакет1 [пакет2 ...]
```

`apt-get` предоставляет простой командный интерфейс для получения и установки пакетов. Чаще других используются команды `update` (обновить) и `install` (установить).

Команды:

```
update - Получить обновлённые списки пакетов
upgrade - Произвести обновление
install - Установить новые пакеты
remove - Удалить пакеты
source - Скачать архивы исходников
build-dep - Установить всё необходимое для сборки исходных пакетов
dist-upgrade - Обновление системы в целом, см. apt-get(8)
clean - Удалить скачанные ранее архивные файлы
autoclean - Удалить давно скачанные архивные файлы
check - Удостовериться в отсутствии неудовлетворённых зависимостей
dedup - Remove unallowed duplicated pkgs
```

Параметры:

```
-h Краткая справка
-q Скрыть индикатор процесса
-qq Не показывать ничего кроме сообщений об ошибках
-d Получить пакеты и выйти БЕЗ их установки или распаковки
-s Симулировать упорядочение вместо реального исполнения
-y Автоматически отвечать 'ДА' на все вопросы
-f Пытаться исправить положение если найдены неудовлетворённые зависимости
-m Пытаться продолжить если часть архивов недоступна
-u Показать список обновляемых пакетов
-b Собрать пакет после получения его исходника
-D При удалении пакета стремиться удалить компоненты, от которых он зависит
-V Подробно показывать номера версий
-c=? Использовать указанный файл конфигурации
-o=? Изменить любой из параметров настройки (например: -o dir::cache=/tmp)
```

³apt и synaptic развиваются ALT Linux Team, не нужно сравнивать версии с аналогичными утилитами в Debian

Более полное описание доступно на страницах руководства `man: apt-get(8)`, `sources.list(5)` и `apt.conf(5)`.

В ОС Альт утилита `apt-get` использует основной пакетный менеджер `RPM Package Manager` — `RPM` для установки, обновления, удаления пакетов (программ), управления зависимостями. Обе утилиты `RPM` и `APT` одинаково позволяют установить, обновить или удалить пакет.

Отличия `RPM` и `APT`:

- `APT` учитывает зависимости устанавливаемого пакета;
- `APT` умеет работать с репозиторием в целом:
 - искать пакеты;
 - вычислять список обновлений — находить разницу версий пакетов, установленных локально и хранящихся в репозитории;
- `APT` получает информацию из пакетов, используя `RPM`.

`RPM` подразумевает работу с конкретными пакетами. Удовлетворение их зависимостей остаётся на усмотрении пользователя. `APT` позволяет вычислять, какие пакеты из репозитория нужно установить, чтобы удовлетворить зависимости, которые указаны в каждом конкретном `RPM` пакете. `APT` сам не устанавливает пакеты, он использует для этого `RPM`.



Установка пакетов в АЛТ Платформа осуществляется с помощью утилиты `APT`

Репозиторий — актуализируемое хранилище электронных данных. В данном документе речь идёт о репозитории как об инфраструктуре разработки операционных систем, включающих, помимо системного ПО, любые программы пользовательского и серверного назначения («репозиторий пакетов»). Основная задача репозитория этого рода — интеграция разных пакетов программ в единую систему. Объектом хранения в таких репозиториях выступают пакеты программ, где каждое наименование ПО (будь то ядро операционной системы, служебная библиотека, текстовый редактор, сервер для обслуживания электронных сообщений или медиа проигрыватель) представлено в виде отдельного пакета. В основе создания операционных систем `ALT` лежит экспериментальный репозиторий `Sisyphus` из которого формируются время от времени стабильные ветки, на которых и создаются коммерческие операционные системы. На конец 2023 года стабильным ветвлением является `r10`, называемый «Альт Платформа 10».

Репозиторий программных пакетов — это замкнутая совокупность программных пакетов (исходных и собранных из них бинарных, плюс метаданных о них) с поддерживаемой целостностью, то есть программы с формализованными инструкциями по установке и разрешёнными зависимостями.

Наличие репозитория пакетов и APT автоматизирует процессы управления установкой, обновления и удаления программного обеспечения; исключают риск случайного повреждения целостности операционной системы и прикладных программ.

Программа APT по запросу пользователя получает метаданные из репозитория, рассчитывает зависимости, получает от пользователя информацию о том, какие именно пакеты он хочет обновить или установить. Утилита предложит пути решения — например, загрузит новые пакеты из репозитория, установит дополнительные или обновит имеющиеся пакеты. APT, в зависимости от настроек, может использовать удалённый репозиторий с помощью сетевого протокола (например, `ftp`), или использовать локальный репозиторий (например, на жёстком диске).



Для обновления практически всего программного обеспечения (за исключением ядра операционной системы) на локальном компьютере до новой версии необходимо выполнить команды:

```
apt-get update
apt-get dist-upgrade
```

При использовании APT и обновляемого стабильного репозитория операционная система может функционировать на компьютере годами, плавно обновляясь до новых версий без переустановки системы.

1.3 Установка необходимых пакетов для процесса сборки

Сборка — формирование пакета на основе сборочных инструкций.

Сборка программного обеспечения в RPM упрощает распространение, управление и обновление программного обеспечения. Упаковка программного обеспечения в пакеты RPM, а не обычный архив, имеет ряд преимуществ⁴:

- Пользователи могут использовать средства управления пакетами (например, Yum или PackageKit) для установки, переустановки, удаления, обновления и проверки пакетов RPM.
- Пакетный менеджер RPM предполагает наличие базы данных, которая с помощью специализированных утилит позволяет получать информацию о пакетах в системе.
- Каждый пакет RPM содержит метаданные, описывающие компоненты пакета, версию, выпуск, размер, URL проекта, установочные инструкции и т. д.
- RPM позволяет брать оригинальные источники программного обеспечения и упаковывать их в пакеты с исходным кодом (`.src.rpm`) и бинарные пакеты (`.rpm`). В пакетах с исходным кодом хранятся оригинальные исходные

⁴<https://rpm-packaging-guide-ru.github.io/#Why-Package-Software-with-RPM>

данные вместе со всеми изменениями(`*.patch`), а так же сборочные инструкции(`.spec`) и дополнительная информация. В бинарных пакетах вместо исходного кода упакованы подготовленные файлы и скрипты установки, но нет сборочных инструкций. Ещё существуют случаи распространения пакетов без исходного кода и бинарных данных, в таких пакетах присутствуют скрипты для скачивания и модификации файлов, необходимых для работы приложения.

- Для обеспечения верификации подлинности RPM-пакетов используется механизм электронных цифровых подписей GPG. Он позволяет подписать RPM пакет или обновить цифровую подпись: `rpm -addsign package.rpm` и `rpm -resign package.rpm`.
- Вы можете добавить свой пакет в RPM репозиторий, что позволит клиентам легко находить и устанавливать ваше программное обеспечение.

Задача сборки пакета начинается со сбора всех необходимых компонентов и завершается этапами сборки и тестирования.

Классическая сборка пакетов rpm состоит из следующих этапов:

- поиск исходных данных;
- написание инструкций сборки;
- сборка пакета.



Для сокращения команд, встречающихся в тексте, будет использоваться нотация:

- команды **без административных привилегий** начинаются с символа "\$";
- команды **с административными привилегиями** начинаются с символа "#".



Необходимые инструменты для сборки rpm-пакетов устанавливаются в системе через пакетный менеджер apt командой:

```
# apt-get install gcc rpm-build rpmlint make python gear  
hasher patch rpmdetools
```

В наборе параметров команды `install` перечислены имена пакетов, необходимых для сборочной инфраструктуры⁵:

- gcc — набор компиляторов для различных языков программирования, разработанный в рамках проекта GNU;

⁵https://www.altlinux.org/Технология_сборки_пакетов_RPM

- **rpm-build** — содержит сценарии и исполняемые программы, которые используются для сборки пакетов с помощью RPM;
- **rpmlint** — инструмент для проверки распространённых ошибок в пакетах rpm. Можно проверить бинарные и исходные пакеты;
- **make** — инструмент GNU, упрощающий процесс сборки для пользователей;
- **python** — интерпретируемый интерактивный объектно-ориентированный язык программирования;
- **gear** — этот пакет содержит утилиты для сборки пакетов RPM из GEAR.репозитория и управления GEAR.репозиториями;
- **hasher** — современная технология создания независимых от сборочной системы пакетов;
- **patch** — программа исправлений применяет патчи к оригиналам;
- **rpmdevtools** — пакет содержит скрипты и файлы поддерживающие (X)Emacs, помогающие в разработке пакетов RPM.

1.4 Вопросы для самопроверки

1. Что такое программный пакет?
2. Какие форматы пакетов вы знаете?
3. Что такое репозиторий ПО?
4. Какие низкоуровневые пакетные менеджеры вы знаете?
5. Какой пакетный менеджер используется в Альт Платформа?
6. Вы обнаружили в системе пакет **nagios-domain-discovery-0.1.1-alt1.noarch.rpm**, определите его имя, версию, релиз и архитектуру.
7. Верно ли утверждение, что утилита **apt** при установке пакетов требует явного указания всех зависимых пакетов?
8. Для чего нужна команда **apt-get update**?
9. Выполнится ли успешно команда **\$ apt-get dist-upgrade**?
10. Какие инструменты (программы) нужны для сборки пакетов в «Альт Платформа»?

Глава 2

Основные команды пакетного менеджера

Управлять пакетами можно из командной строки при помощи программы `rpm`, которая имеет следующий синтаксис:

```
rpm [options]
```

Пакетный менеджер RPM предоставляет базовые возможности для управления пакетами. Основной набор команд¹ позволяет установить, удалить, обновить пакеты, получить разнообразную информацию о самих пакетах и их содержимом:

- **Информация о пакете:** `rpm -qi ИМЯ_ПАКЕТА ...`
`rpm -qi` выводит подробную информацию о конкретном установленном пакете.



`rpm -qi` означает «query information» (запросить информацию). Но в случае `rpm -i <имя пакета>`, `-i` означает инструкцию `install` (установи).

- **Просмотр установленных пакетов:** `rpm -qa`
Эта команда выводит список всех установленных пакетов в системе.



`-a`: All (весь, все). `rpm -qa` означает «query all».

- **Проверка установки пакета в системе:** `rpm -q ИМЯ_ПАКЕТА ...`
Эта команда проверяет установлен ли пакет в системе.

¹https://wiki.altlinux.ru/Команды_RPM

- **Проверка зависимостей пакета:** `rpm -qR ИМЯ_ПАКЕТА ...`
`rpm -qR` выводит список зависимостей (другие пакеты), необходимых для работы указанного пакета.



-R: Requires (нуждается). Например, `rpm -qR` означает «query requires» (запрос нуждается).

- **Проверка файла на принадлежность пакету:** `rpm -qf ФАЙЛ`
Команда `rpm -qf` определяет, к какому пакету принадлежит указанный файл.



-f: File (файл). Например, `rpm -qf` означает «query file» (файл запроса).

- **Просмотр файлов пакета:** `rpm -ql ИМЯ_ПАКЕТА ...`
`rpm -ql` выводит список всех файлов, содержащихся в установленном пакете.
- **Установка пакета:** `rpm -i ФАЙЛ_ПАКЕТА`
Команда `rpm -i` используется для установки пакета из файла `.rpm`. Например, `rpm -i package.rpm` установит содержимое пакета в системе.
- **Удаление пакета:** `rpm -e ФАЙЛ_ПАКЕТА`
`rpm -e` удаляет установленный пакет. Например, `rpm -e package` удалит пакет с именем `package`.
- **Обновление пакета:** `rpm -U ФАЙЛ_ПАКЕТА`
Команда `rpm -U` обновляет пакет до новой версии, если он уже установлен.
- **Проверка целостности пакета:** `rpm -V ИМЯ_ПАКЕТА|ФАЙЛ_ПАКЕТА ...`
`rpm -V` проверяет целостность файлов в пакете, сравнивая их с информацией в базе данных `rpm`. Дополнительные ключи:

- **-v: Verbose** (подробно). Например, `rpm -qv` означает «query verbose» (подробный запрос) и используется для вывода более подробной информации о пакете. Подробный вывод существует не для всех ключей утилиты.



Справку по ключам можно получить, набрав в консоли команду `rpm -help`

2.1 Установка RPM-пакета



В команде должен быть указан файл пакета или полный путь к нему

Для установки пакета из **rpm-файла** используйте команду:

```
# rpm -i ФАЙЛ_ПАКЕТА ...
```



Для работы с командой потребуются права суперпользователя. Их можно получить через команду **su-**, либо команду **sudo**

Пример выполнения команды ²:

```
[root@test-alt]# rpm -i gpupdate-0.9.12.6-alt1.src.rpm
```

В конце команды возможно указать дополнительные опции:

- **-nodeps** — не проверять зависимости пакета;
- **-replacepkgs** или **-reinstall** — переустановить пакет.

Подробный вывод. Для отображения прогресса установки, используйте дополнительные параметры **-v** и **-h**.

- **-v** — вывести детальные сообщения;
- **-h** — вывести «#» строку индикатора прогресса по мере установки пакета (используется с **-v**).

Пример выполнения команды:

```
rpm -ivh gpupdate-0.9.12.6-alt1.src.rpm
```

```
Подготовка...
```

```
##### [100%]
```

```
Обновление / установка...
```

```
1: gpupdate-0.9.12.6-alt1.src.rpm
```

```
##### [100%]
```

²https://wiki.altlinux.ru/Команды_RPM

2.2 Проверка установки пакета в системе

Чтобы проверить, установлен ли пакет, введите следующую команду:

```
$ rpm -q ИМЯ_ПАКЕТА
```

Пример:

```
$ rpm -q gupdate
gupdate-0.9.12.2-alt2.noarch
```

```
$ rpm -q mediinfo
пакет mediinfo не установлен
```

2.3 Просмотр файлов пакета, установленного в системе

Чтобы получить список файлов пакета, введите следующую команду:

```
$ rpm -ql ИМЯ_ПАКЕТА ...
```

В этой команде используется ключ «-l» (list).



Для развернутой информации укажите ключ «-i».

Пример использования:

```
$ rpm -ql admc
/usr/bin/admc
/usr/lib64/libadldap.so
/usr/share/applications/admc.desktop
/usr/share/doc/admc-0.11.2
/usr/share/doc/admc-0.11.2/CHANGELOG.txt
/usr/share/doc/admc-0.11.2/CHANGELOG_ru.txt
/usr/share/doc/admc-0.11.2/README.md
/usr/share/icons/hicolor/scalable/apps/admc.svg
/usr/share/man/man1/admc.1.xz
```

Чтобы узнать содержимое неустановленного **rpm**-пакета, используйте команду:

```
$ rpm -qlp ИМЯ_ПАКЕТА ...
```

Пример выполнения команды:

```
$ rpm -qlp udisks2-2.9.4-alt1.1.src.rpm
udisks2-2.9.4.tar.bz2 udisks2.control udisks2.spec
```

2.4 Просмотр недавно установленных пакетов

Чтобы получить список последних установленных пакетов, введите следующую команду:

```
rpm -qa -last | head
```

Вывод:

smplayer-23.6.0-alt2.10169.x86_64	Пт 01 дек 2023 12:45:39
qt5-wayland-5.15.10-alt1.x86_64	Пт 01 дек 2023 12:35:44
qt5-tools-5.15.10-alt2.x86_64	Пт 01 дек 2023 12:35:44
qt5-sql-mysql-5.15.10-alt1.x86_64	Пт 01 дек 2023 12:35:44
qt5-dbus-5.15.10-alt2.x86_64	Пт 01 дек 2023 12:35:44
libqt5-xmlpatterns-5.15.10-alt1.x86_64	Пт 01 дек 2023 12:35:44
libqt5-x11extras-5.15.10-alt1.x86_64	Пт 01 дек 2023 12:35:44
libqt5-webenginewidgets-5.15.15-alt1.x86_64	Пт 01 дек 2023 12:35:44
libqt5-test-5.15.10-alt1.x86_64	Пт 01 дек 2023 12:35:44
libqt5-quickparticles-5.15.10-alt1.x86_64	Пт 01 дек 2023 12:35:44

Команда `rpm -qa -last` используется для вывода списка всех установленных пакетов, отсортированных по времени их установки. Пакеты будут отсортированы в порядке убывания времени установки — самые последние установленные пакеты отобразятся в верхней части списка.

Фильтрация вывода: утилита `grep` отфильтрует вывод и поможет найти искомый пакет. Например, следующая команда выведет информацию только о тех пакетах, название которых содержит «`kernel`»:

```
rpm -qa -last | grep kernel
```

2.5 Поиск пакета в системе

Чтобы найти в системе необходимый пакет среди уже установленных, используйте утилиту `grep`. Утилита `grep` находит строки по запросу.

```
$ rpm -qa | grep ИМЯ_ПАКЕТА
```

Например, запрос:

```
kde5-smplayer-common-22.7.0-alt1.noarch  
smplayer-23.6.0-alt2.10169.x86_64
```

2.6 Проверка файла, относящегося к пакету

Чтобы определить, какому пакету принадлежит указанный файл, используйте команду:

```
$ rpm -qf ФАЙЛ
```

Например, запрос:

```
$ rpm -qf /usr/share/FBReader/help
```

Предоставит вывод:

```
fbreader-0.99.5-alt6.x86_64
```

2.7 Вывод информации о пакете

Чтобы получить вывод подробной информации о конкретном установленном пакете³ — название, версию и прочее — используйте команду:

```
$ rpm -qi ИМЯ_ПАКЕТА ...
```



В запросе указывается имя пакета из списка уже установленных в системе, либо путь к загруженному пакету.

Пример выполнения команды для установленного пакета в системе:

```
$ rpm -qi gpupdate
```

```
Name       : gpupdate
Version    : 0.9.12.6
Release    : alt1
DistTag    : p10+323062.200.4.1
Architecture: noarch
Install Date: Cp 12 июл 2023 13:26:50
Group      : Other
Size       : 951193
License    : GPLv3+
Signature  : RSA/SHA512, C6 08 июл 2023 22:59:22, Key ID 42f343a2c7eb80f9
Source RPM : gpupdate-0.9.12.6-alt1.src.rpm
Build Date : C6 08 июл 2023 22:59:21
Build Host : greh-p10.hasher.altlinux.org
Relocations : (not relocatable)
Packager   : Valery Sinelnikov (ALT) <greh@altlinux.org>
Vendor     : ALT Linux Team
URL        : https://github.com/altlinux/gpupdate
Summary    : GPT applier
Description :
gpupdate is the facility to apply various GPO/GPT settings retrieved
from Active Directory domain in UNIX environment.
```

Пример выполнения команды для `rpm`-пакета, расположенного на диске, но не установленного в системе:

³https://www.inp.nsk.su/bolkhov/teach/inpunix/make_rpm.ru.html

```
$ rpm -qip /путь/к/пакету/foo-1.0-i586.rpm
```

Пример выполнения:

```
$ rpm -qip kooha-2.2.4-alt1.x86_64.rpm
```

```
Name       : kooha
Epoch     : 1
Version    : 2.2.4
Release    : alt1
DistTag    : sisyphus+330279.100.2.2
Architecture: x86_64
Install Date: (not installed)
Group      : Video
Size       : 2261140
License    : GPL-3.0+
Signature  : RSA/SHA512, Пн 25 сен 2023 15:28:07, Key ID ff979dedda2773bb
Source RPM : kooha-2.2.4-alt1.src.rpm
Build Date : Пн 25 сен 2023 15:28:01
Build Host : lvl-sisyphus.hasher.altlinux.org
Relocations: (not relocatable)
Packager   : Leontiy Volodin <lvl@altlinux.org>
Vendor     : ALT Linux Team
URL        : https://github.com/SeaDve/Kooha
Summary    : Simple screen recorder with a minimal interface
Description:
Simple screen recorder with a minimal interface.
```

2.8 Обновление пакета

Чтобы обновить пакет до новой версии, используйте команду:

```
rpm -U ФАЙЛ_ПАКЕТА ...
```

Для обновления пакетов в пакетном менеджере RPM используют запрос с двумя типами ключей⁴:

1. `rpm -U` — может устанавливать и обновлять пакеты;
2. `rpm -F` — только обновляет уже установленные пакеты.

```
rpm {-U|-upgrade} [install-options] ФАЙЛ_ПАКЕТА ...
```

Команда `rpm -U` (Upgrade) обновляет пакеты до новых версий. Если установлена старая версия пакета, `rpm -U` заменит старую версию на новую, обновив пакет. Если пакет не установлен, команда `rpm -U` установит его.

⁴<https://wiki.altlinux.ru/QuickStart/PkgManagment>

```
rpm {-F|-freshen} [install-options] ФАЙЛ_ПАКЕТА ...
```

Команда `rpm -F` (Freshen) обновляет только те пакеты, которые уже установлены в системе. Если установлена старая версия пакета, `rpm -F` заменит старую версию на новую, обновив пакет. Если пакет не установлен, команда `rpm -F` ничего не сделает с этим пакетом⁵.

Пример установки пакета:

```
# rpm -U foo-1.0-i586.rpm
```

2.9 Вопросы для самопроверки

1. С помощью какого ключа к `rpm` можно получить информацию об установленном `rpm`-пакете?
2. Как получить информацию об `rpm`-пакете, если он еще не установлен в системе, но у вас есть файл.
3. Как получить список всех файлов `rpm`-пакета?
4. Верно ли что команда `rpm -Uvh` обновит пакет, а если его нет, то установит его? Какой параметр отвечает за обновление/установку? Что означают другие параметры?
5. Как проверить установлен ли пакет с именем `foo` в вашей системе? Напишите такую команду.
6. Что делает команда `rpm -qi mate-text-editor |grep License`?

⁵<https://access.redhat.com/solutions/1189>

Глава 3

Программное обеспечение используемое для упаковки

В разделе 1.3 «Установка необходимых пакетов для процесса сборки» упоминался перечень пакетов для работы со сборкой:

`gcc, rpm-build, rpmlint, make, python, git, gear, hasher, patch, rpmdevtools.`

Опишем основные инструменты для управления пакетами и их сборки. Технологическую базу репозитория Sisyphus составляют адаптированные к нуждам команды разработчиков программы и специально разработанные решения¹. К ним можно отнести²:

- **RPM** (менеджер пакетов). Используется для просмотра, сборки, установки, инспекции, проверки, обновления и удаления отдельных программных пакетов. Каждый такой пакет состоит из набора файлов и информации о пакете, включающей название, версию, описание пакета и т.д. Отличительными особенностями RPM в Sisyphus являются: удобное поведение «по умолчанию» для уменьшения количества шаблонного кода в `.spec`-файлах, обширный модульный набор макросов для упаковки различных типов пакетов, развитые механизмы автоматического вычисления межпакетных зависимостей при сборке пакетов, поддержка `set`-версий в зависимостях на разделяемые библиотеки, автоматическое создание пакетов с отладочной информацией с поддержкой зависимостей между такими пакетами. В контексте данной темы RPM рассматривается не только как менеджер пакетов, но и как набор инструментов для их сборки (`rpmbuild`).
- **АРТ** (усовершенствованная система управления программными пакетами). Умеет автоматически разрешать зависимости при установке, обеспечивает установку из нескольких источников и целый ряд других уникальных

¹<https://wiki.altlinux.ru/QuickStart/PkgManagment>

²https://www.altlinux.org/Репозиторий_СПО#АРТ_и_репозиторий_пакетов.

возможностей, включая получение последней версии списка пакетов из репозитория и обновление системы.

- **Hasher** — инструмент для безопасной, воспроизводимой и высокопроизводительной сборки RPM-пакетов в контролируемой среде.
- **Gear** — набор инструментов для поддержки совместной разработки RPM-пакетов в системе контроля версий `git`. **Gear** интегрирован с `hasher` и `rpmbuild`. **Gear** подготавливает SRPM из `git` репозитория, распаковывает его и запускает `hasher` или `rpmbuild`.

3.1 Описание RPM-пакета

RPM-пакет — это специальный архив с файлами. Сам файл пакета состоит из четырёх секций — начального идентификатора, сигнатуры, бинарного заголовка и `srcio`-архива с файлами проекта и деревом каталога³.

RPM-пакеты делятся на несколько категорий — пакеты с исходным кодом, бинарные пакеты и платформо-независимые бинарные пакеты.

- **RPM-пакет** (бинарные) — это архив с расширением `.rpm`. Такой пакет содержит скомпилированные под определённую процессорную архитектуру исполняемые файлы и библиотеки. На системах с разной процессорной архитектурой не получится использовать один и тот же скомпилированный бинарный `rpm`-пакет.
- **noarch-пакет** — платформо-независимый бинарный пакет.
- **SRPM-пакет** (source RPM, пакет с исходным кодом) — это архив с расширением `.src.rpm`. SRPM содержит исходный код, патчи, если необходимо, и SPEC-файл. Эти пакеты содержат всю информацию для сборки пакета.

По инструкциям из SPEC файла собирается бинарный RPM-пакет⁴. На основе бинарных пакетов строится база данных в `/var/lib/rpm`. Вся информация о пакетах хранится в базе данных `Packages`. Инструкции содержат также информацию о правах доступа и их применении в процессе установки, скрипты, запускаемые при установке или удалении пакета.

Принято называть пакеты RPM по типу:

`имя-версия-релиз.процессорная_архитектура.rpm`

При этом в системе имя установленного пакета будет отличаться: в командной строке можно обратиться за информацией по пакету, указывая только его имя, если установлена одна версия пакета, и указывая `имя-версию-релиз`, если установлено больше версий⁵.

³https://www.opennet.ru/docs/RUS/rpm_guide/13.html

⁴https://uneex.ru/static/RedHatRPMGuideBook/rpm_guide-linux.html#16_html

⁵https://www.opennet.ru/docs/RUS/rpm_guide/13.html

3.2 Инструменты для сборки RPM-пакетов

Инструменты сборки rpm-пакета — это пакеты и программы, с помощью которых из набора исходных файлов можно получить специальный архив в формате rpm-пакета. Приведём список этих инструментов⁶: `rpmdevtools`, `rpmdev-setuptree`, `rpmbuild`, `rpmspec`, `rpmlint`.

- **rpmdevtools** — пакет с набором программ для сборки пакетов;
 - **rpmdev-setuptree** — утилита для создания структуры рабочих каталогов;
 - **rpmdev-newspec** — утилита для создания **spec**-файла;
- **rpmspec** — утилита работы с файлами спецификации — текстовыми файлами с расширением `.spec`. Служит для проверки подготовленного **spec**-файла;
- **rpmbuild** — утилита сборки rpm-пакета из набора подготовленных файлов;
- **rpmlint** — утилита для тестирования собранного rpm-пакета;
- **rpm-utils** — пакет с набором программ для работы с rpm-пакетами.

3.3 Рабочее пространство для сборки RPM-пакетов

Рабочая область упаковки RPM-пакета — это структура файлов и каталогов. Эту структуру можно создать двумя способами — вручную или через утилиту `rpmdev-setuptree`.

Для подготовки ручным способом структуры каталогов выполните команду:

```
mkdir -p ~/RPM/{BUILD,SRPMS,RPMS,SOURCES,SPECS}
```

Альтернативный способ подготовки рабочей среды — утилита `rpmdev-setuptree`. Утилита входит в состав пакета `rpmdevtools` (см. [раздел 1.3](#)). Для подготовки структуры каталогов через утилиту `rpmdev-setuptree` выполните команду:

```
$ rpmdev-setuptree
```

Утилита создаст базовую структуру каталогов и файл `/.rpmmacros`, если его не существовало.

Для системы ALT расположение структуры каталогов⁷ по умолчанию определяются в файле `/.rpmmacros` и находится в каталоге `/RPM`:

⁶https://www.altlinux.org/Сборка_пакета_с_нуля

⁷<https://rpm-packaging-guide-ru.github.io/#rpm-packaging-workspace>


```
$ tree ~/RPM
/home/tefst/RPM
├── BUILD
├── RPMS
├── SOURCES
├── SPECS
└── SRPMS
```

5 directories, 0 files

1. **BUILD** — в каталог попадают распакованные исходные файлы из SOURCES с уже применёнными патчами — стадия **%prep**. В каталоге BUILD происходит сборка программного обеспечения.
2. **RPMS** — в каталог RPMS бинарные RPM-пакеты после сборки, в соответствии с подкаталогами для поддерживаемых архитектур.
3. **SOURCES** — в каталоге размещают архивы исходных данных и патчи.
4. **SPECS** — в каталоге размещают **с**пес-файлы пакетов для сборки.
5. **SRPMS** — в каталог SRPMS попадают результаты сборки SRPM пакетов.

Созданная структура каталогов становится рабочей областью упаковки RPM-пакета.



В структуре сборочного окружения RPM существует понятие **buildroot**. Это каталог **/TMP**, в который попадают служебные файлы в ходе сборки пакета и уже подготовленные бинарные данные для упаковки в соответствии со структурой каталогов. По умолчанию создается во временном системном каталоге. Может быть переназначен.

3.4 Описание SPEC-файла

SPEC-файл — RPM Specification File — это текстовый файл, который описывает процесс сборки и конфигурацию пакета, служит инструкцией для утилиты **rpmbuild**. Он содержит метаданные, такие как имя пакета, версию, лицензию, а также разделы с инструкциями для сборки, установки и упаковки программного обеспечения, журнал изменений пакета⁸. SPEC-файл можно рассматривать как «инструкцию», которую утилита **rpmbuild** использует для сборки RPM-пакета.

Спес-файл состоит из трёх разделов: Header (Заголовок/Преамбула), Body (Тело) и Changelog (Журнал изменений).

⁸https://wiki.mageia.org.ru/index.php?title=Структура_RPM_SPEC-файла

1. **Header** (Заголовок) — этот раздел содержит метаданные о пакете, такие как его имя (**Name**), версия (**Version**), релиз (**Release**), краткое описание (**Summary**), лицензия (**License**) и другие параметры, которые идентифицируют и характеризуют пакет.
2. **Body** (Тело) — этот раздел содержит инструкции для процесса сборки пакета. В нём определяются различные секции, такие как **BuildRequires** (зависимости для сборки), **%build** (инструкции для сборки), **%install** (инструкции для установки), **%files** (список файлов, включённых в пакет), и другие.
3. **Changelog** (Журнал изменений) — этот раздел содержит историю изменений пакета. Он включает записи о внесённых изменениях, включая дату изменения, автора и краткое описание того, что было изменено.

Преамбула (Заголовок) Заголовок **SPEC**-файла содержит информацию о пакете: версию, исходный код, патчи, зависимости.

Рекомендуемый порядок заголовочных тэгов:

- Name, Version, Release, Serial
- далее Summary, License, Group, Url, Packager, BuildArch
- потом Source*, Patch*
- далее PreReqs, Requires, Provides, Conflicts
- и, наконец, Prefix, BuildPreReqs, BuildRequires.

Ниже приведён пример части **SPEC**-файла **notepadqq**:

```
Summary: A Linux clone of Notepad++
Name: notepadqq
Version: 1.4.8
Release: alt2
License: GPLv3
Group: Editors
URL: http://notepadqq.altervista.org/wp/
Source0: %name-%version.tar
Source1: codemirror.tar
```

3.5 Пример .spec-файла

SPEC-файл — **RPM Specification File** — это текстовый файл, который описывает процесс сборки и конфигурацию пакета. **SPEC**-файл можно рассматривать как «инструкцию», которую утилита **rpmbuild** использует для сборки **RPM**-пакета.

Он содержит метаданные, такие как имя пакета, версию, лицензию, а также разделы с инструкциями для сборки, установки и упаковки программного обеспечения, журнал изменений пакета.

Представим образцы SPEC-файлов⁹ — шаблонный образец, образец для программы на autotools, образец для программы на **stake** и образец модуля для Python 3.

Примеры SPEC-файла

1. Пустой SPEC

```
Name: <имя-пакета>
Version: <версия-пакета>
Release: alt<релиз-пакета>

Summary: <однострочное описание>
License: <лицензия>
Group: <группа>

Url: <URL>
Source: %name-%version.tar
Patch1:

PreReq:
Requires:
Provides:
Conflicts:

BuildPreReq:
BuildRequires:
%{?!_without_test:%{?!_disable_test:%{?!_without_check:%{?!_disabl
↳ e_check:BuildRequires:
↳ }}}}
BuildArch:

%description
<многострочное
описание>

%prep
%setup
%patch1 -p1
```

⁹<https://www.altlinux.org/SampleSpecs>

```

%build
%configure
%make_build

%install
%makeinstall_std

%check
%make_build check

%files
%_bindir/*
%_mandir/*
%doc AUTHORS NEWS README

%changelog
* <дата> <ваше имя> <$login@altlinux.org>
  ↪ <версия_пакета>-<релиз_пакета>
- initial build for ALT Linux Sisyphus

```

2. Для программы (на autotools)

Название GNU Autotools обычно относится к программным пакетам Autoconf, Automake, Libtool и Gnulib. Вместе они составляют систему сборки GNU. Этот SPEC-файл является примером пакета с программой.

```

Name: sampleprog
Version: 1.0
Release: alt1

Summary: Sample program specfile
Summary(ru_RU.UTF-8): Пример спек-файла для программы

License: GPLv2+
Group: Development/Other
Url: http://www.altlinux.org/SampleSpecs/program

Source: %name-%version.tar
Patch0: %name-1.0-alt-makefile-fixes.patch

%description
This specfile is provided as sample specfile for packages with
  ↪ programs.
It contains most of usual tags and constructions used in such
  ↪ specfiles.

```

```
%description -l ru_RU.UTF-8

%prep
%setup
%patch0 -p1

%build
%configure
%make_build

%install
%makeinstall_std
%find_lang %name

%files -f %name.lang
%doc AUTHORS ChangeLog NEWS README THANKS TODO contrib/ manual/
%_bindir/*
%_mandir/*

%changelog
* Sat Sep 33 3001 Sample Packager <sample@altlinux.org> 1.0-alt1
- initial build
```

3. Для программы на cmake

CMake — это кроссплатформенный инструмент с открытым исходным кодом, который использует независимые от компилятора и платформы файлы конфигурации для создания собственных файлов инструментов сборки, специфичных для вашего компилятора и платформы. Является стандартом де-факто для сборки кода на C++.

```
Name: sampleprog
Version: 1.0
Release: alt1

Summary: Sample program specfile
License: GPLv2+
Group: Development/Other

Url: http://www.altlinux.org/SampleSpecs/cmakeprogram
Source: %name-%version.tar.bz2

BuildRequires(pre): cmake rpm-macros-cmake
```

```
%description
This specfile is provided as a sample specfile
for a package built with cmake.

%prep
%setup

%build
%cmake_insource
%make_build # VERBOSE=1

%install
%makeinstall_std
%find_lang %name

%files -f %name.lang
%doc AUTHORS ChangeLog NEWS README THANKS TODO contrib/ manual/
%_bindir/*
%_mandir/*

%changelog
* Sat Jan 33 3001 Example Packager <example@altlinux.org> 1.0-alt1
- initial build
```

4. Модуль для Python 3

Макросы для сборки модулей `python3` содержатся в пакете `rpm-build-python3` и аналогичны тем, что используются в ALT для `python`¹⁰.

```
%define pypi_name @NAME@
%define mod_name %pypi_name

%def_with check

Name: python3-module-%pypi_name
Version: 0.0.0
Release: alt1
Summary: @TEMPLATE@
License: MIT
Group: Development/Python3
Url: https://pypi.org/project/@NAME@
Vcs: @SOURCE_GIT@
BuildArch: noarch
```

¹⁰<https://www.altlinux.org/Python3>

```

Source: %name-%version.tar
Source1: %pyproject_deps_config_name
Patch: %name-%version-alt.patch

# mapping of PyPI name to distro name
Provides: python3-module-%{pep503_name %pypi_name} = %EVR

%pyproject_runtime_deps_metadata
BuildRequires(pre): rpm-build-pyproject
%pyproject_build_deps_build
%if_with check
%pyproject_build_deps_metadata
%endif

%description
@DESCR@

%prep
%setup
%autopatch -p1
%pyproject_deps_resync_build
%pyproject_deps_resync_metadata

%build
%pyproject_build

%install
%pyproject_install

%check
%pyproject_run_pytest

%files
%doc README.*
%python3_sitelibdir/%mod_name/
%python3_sitelibdir/%{pyproject_distinfo %pypi_name}

%changelog

```

3.6 Составляющие основной части

СПЕС-файл — RPM Specification File — это текстовый файл, который описывает процесс сборки и конфигурацию пакета, служит инструкцией для утилиты `rpmbuild`. Он содержит метаданные, такие как имя пакета, версию, лицензию, а

также разделы с инструкциями для сборки, установки и упаковки программного обеспечения, журнал изменений пакета. SPEC-файл можно рассматривать как «инструкцию», которую утилита `rpmbuild` использует для сборки RPM-пакета.

SPEC-файл состоит из трёх разделов:

1. Header (Заголовок/Преамбула);
2. Body (Тело);
3. Changelog(Журнал изменений).

Тело SPEC-файла отвечает за выполнение сборки, установки или очистки пакета.

Описание структуры¹¹:

- В секции `%prep` производится распаковка архивов с исходными кодами и формируется директория с исходниками¹².
 - Макрос `%setup` этой секции выполняет смену рабочего каталога на каталог сборки и распаковку в него архивов с исходными кодами.
 - Макрос `%patch1` будет описывать применение патча.
- В секции `%build` внутри ранее подготовленной директории производится сборка программы. Если это компилируемый язык, то исходники компилируются в бинарные файлы. Если это интерпретируемый язык, то процесс может не подразумевать компиляцию. Обычно за процесс сборки отвечают системы сборки, отличающиеся для разных языков программирования. Для C/C++ обычно используется `automake/autoconf` и макросы `%configure` и `%make_build`. Есть и другие системы сборки с другими макросами — `CMake`, `meson`, `pyproject` и т. д.
- В секции `%install` подготавливается новая директория с теми файлами, которые будут помещены в RPM пакет в конце процесса сборки. Эта директория обозначается макросом `%buildroot`. Из текущей директории подготовленные на предыдущем этапе файлы (бинарные файлы, файлы документации, конфигурационные файлы и т. д.) нужно перенести в `%buildroot`. Например файл `build/application.bin` нужно перенести в `%buildroot/usr/bin/application.bin`. За это в некоторых случаях может также отвечать система сборки. Например, `automake/autoconf` так умеет. Запускается через макрос `%makeinstall_std`. Для других систем сборки есть другие макросы.
- Возможно добавление секции `%clean`. Её задача — очистить дерево сборки и каталог установки.

¹¹<https://alt-packaging-guide.github.io/#body-items>

¹²https://www.opennet.ru/docs/RUS/rpm_guide/48.html

- Если разработчик добавляет в SPEC-файл собственные скрипты, их следует распределять в секции:
 - %pre (выполнение перед установкой)
 - %post (выполнение после установки)
 - %preun (перед удалением пакета)
 - %postun (после удаления пакета)
- Секция %files содержит список путей и файлов, которые будут упакованы в RPM-пакет и в дальнейшем установлены в систему.
 - В этой секции можно создать каталог (%dir), отметить, что файл является документацией (%doc) или файлом конфигурации (%config), или файл не относится к пакету, но необходим в начале работы приложения (%ghost).



Сборка rpm-пакета выполняет все инструкции, указанные в SPEC-файле. В процессе сборки утилита `rpmbuild` выводит на экран информацию о процессе сборки. С помощью этой информации можно отследить возможные ошибки описания SPEC-файла.

3.7 RPM макросы

Макрос RPM — это именованная переменная, которая напрямую подставляет текст в SPEC-файл во время сборки rpm-пакета. Имена макросов начинаются с символа %. Имена макросов — это сокращённые псевдонимы для часто используемых фрагментов текста.

Ниже приведены примеры макросов¹³:

1. **Пример макроса, содержащего значение.** Если во время сборки некоторым командам необходимо передать имя собираемого пакета, то можно передавать им макрос %name. Во время сборки этот макрос подставляет имя пакета, объявленное в начале SPEC-файла:

```
%define some_macro foo
....
Name: bar-%some_macro
....
%build
%dune_build -p %some_macro
```

¹³https://www.altlinux.org/Spec/Предопределенные_макросы

2. **Пример макроса с набором команд.** `%сmake_build` — макрос необходимый для сборки пакетов с помощью `сmake`. Он подставляет следующую последовательность команд:

```
mkdir -p x86_64-alt-linux-gnu;
сmake \
-DMAKE_SKIP_INSTALL_RPATH:BOOL=yes \
-DMAKE_C_FLAGS:STRING='-O2 -g' \
-DMAKE_CXX_FLAGS:STRING='-O2 -g' \
-DMAKE_Fortran_FLAGS:STRING='-O2 -g' \
-DMAKE_INSTALL_PREFIX=/usr \
-DINCLUDE_INSTALL_DIR:PATH=/usr/include \
-DLIB_INSTALL_DIR:PATH=/usr/lib64 \
-DSYSCONF_INSTALL_DIR:PATH=/etc \
-DSHARE_INSTALL_PREFIX:PATH=/usr/share \
-DLIB_DESTINATION=lib64 \
-DLIB_SUFFIX="64" \
-S . -B "x86_64-alt-linux-gnu"
```

Преимущества использования макросов:

- упрощение сборки;
- унификация `SPEC`-файлов;
- подбор шаблонов для создания `SPEC`-файлов;
- сокращение размера `SPEC`-файлов позволяет упростить отладку;
- использование макросов обеспечивает гибкость в настройке и конфигурации пакетов, позволяя быстро изменять параметры сборки.

Где объявлены `RPM`-макросы:

- Стандартные макросы объявляет установка пакета `rpm-build (librpm)`.
Информацию о них можно получить из файла `/usr/lib/rpm/macros` или выполнив команду: `rpm -showrc`;
- Макросы можно объявить самостоятельно, добавив в `SPEC`-файл;
- Макросы можно объявить в отдельных файлах.
Команда `%include` позволяет загрузить специальные файлы с объявленными макросами;
- Макросы, объявленные в файлах, поставляемые с другими пакетами.
Файлы с объявленными `RPM`-макросами хранятся в каталоге `/usr/lib/rpm/macros.d`.
Например, пакет `rpm-build-ruby` содержит готовые макросы для сборки

пакетов с программами, написанными на языке Ruby. Для того чтобы использовать эти макросы, необходимо этот пакет добавить в зависимости: `BuildRequires(pre): rpm-build-ruby`.



Команда получения значения макроса: `rpm -eval <имя_макроса>`



Некоторые макросы могут быть вложенными.

Глава 4

Инструмент Gear

GEAR (Get Every Archive from git package Repository) — инструмент для поддержки и сборки пакетов из **git**-репозитория^{1,2}.



Для работы с текущим разделом необходимо изучить документацию по работе с распределённой системой управления версиями **Git**.

Git — это технология контроля версий, которая следит за изменениями в файлах. **Git**-репозиторий хранит исходный код и данные для сборки пакетов, включая историю изменений, сведения о версиях, авторах изменений и прочую информацию.

При сборке пакетов **gear** предлагает работать в том же **git**-репозитории, в котором хранятся исходные тексты пакета. **Gear** позволяет целиком импортировать историю разработки, предоставляет различные средства импорта исходных текстов и различные варианты организации репозитория.

Идея **gear** в доступности всего необходимого для сборки пакета в **git**-репозитории, либо в репозитории пакетов, на основе которого ведётся сборка. Система контроля версий **Git** предоставляет встроенные механизмы обеспечения целостности (контрольные суммы, криптографически подписанные теги) для задач управления пакетами. Появляется возможность воспроизводимой сборки — собрать «такой же» пакет ещё раз, опираясь на логически законченную версию изменений зафиксированную на момент времени — коммит (commit) в терминологии **git**.

Сборка пакета ведётся из конкретного коммита, который мы в дальнейшем будем называть главным. Именно в нём должна находиться нужная версия **SPEC**-файла и правил экспорта. **GEAR** позволяет экспортировать из **git**-репозитория каталоги и подкаталоги в виде архивов; экспортировать отдельные файлы; вычислять разницу (diff) и сохранять её в виде патча. При этом может использо-

¹<https://www.altlinux.org/Gear>

²<https://www.altlinux.org/Gear/Справочник>

ваться как состояние в главном коммите, так и в любом из его предков, прямых и не прямых. Это позволяет гибко и удобно организовать работу по поддержке пакета: все нужные исходные тексты можно хранить в `git` так, чтобы с ними было удобно работать, а затем экспортировать так, чтобы ими было удобно воспользоваться из `SPEC`-файла.

Правила экспорта для `gear` описываются в текстовом файле, который также хранится в репозитории. По умолчанию `gear` ищет этот файл по пути `.gear/rules` или `.gear-rules`. Подробнее про синтаксис этого файла можно прочитать ниже, в разделе «Правила экспорта».

Для удобства сборки пакетов `gear` интегрирован с инструментами `rpm-build` и `hasher`: из `gear`-репозитория можно одной командой собрать пакет при помощи `rpmbuild` или `hsh`. Подробнее об этом можно прочитать далее в разделе «Быстрый старт».

4.1 Быстрый старт Gear

Установка `gear` В разделе 1.3 «Установка необходимых пакетов для процесса сборки» также упоминается инструмент `gear`. Для отдельной установки используйте команду:

```
#apt-get install gear
```

Импорт `.src.rpm` Пакет в формате `source RPM` можно импортировать в `gear`-репозиторий командой `gear-srpmimport`:

```
mkdir package_name
cd package_name
git init -b sisyphus
gear-srpmimport /путь/к/package_name.src.rpm
```

Получение готового репозитория с внешнего `git`-сервера Достаточно клонировать репозиторий:

```
git clone <repository url> package_name
cd package_name
```

Никаких дополнительных настроек не требуется.

Сборка пакета Основным инструментом экспорта и сборки пакетов является команда `gear`. На практике удобно использовать предоставляемые команды обёртки, а к самой команде `gear` прибегать только в самых сложных случаях. Командной обертке можно передавать опции как утилиты `gear`, так и вложенной утилиты.

Командная обертка `gear` для `rpmbuild` — `gear-rpm`. Для сборки пакета используйте команду:

```
gear-rpm -verbose -ba
```

Собрать пакет при помощи `hsh` (установка и настройка `hasher` описана в следующих главах):

```
gear-hsh -verbose
```

Команде `gear-hsh` можно передать как аргументы `gear`, так и аргументы `hsh`.

Если не указана опция `-tree-ish`, `gear` в качестве главного коммита использует текущий коммит (HEAD). Если хочется проверить свежие изменения без создания коммита, можно использовать опцию `-commit`, доступную и для `gear`, и для `gear-rpm`, и для `gear-hsh`. В таком случае будет создан временный коммит (аналогично `git commit -a`), и пакет будет собран уже из него. Стоит отметить, что, аналогично `git commit -a`, в таком коммите не будет новых файлов, если они ещё не были добавлены в `git` командой `git add`; если они нужны для сборки, то их стоит добавить.

Сборка пакета из репозитория разработчиков Для примера возьмём конкретный пакет, который уже есть в репозитории Сизиф – `pixz` – и представим себе, что хотим собрать его с нуля.

Для начала клонируем репозиторий. Сразу зададим имя удалённого репозитория:

```
git clone https://github.com/vasi/pixz -o upstream
cd pixz
```

Перейдём в ветку, из которой будем собирать пакет:

```
git checkout -b sisyphus upstream/master
```

Переместимся на тег (тег — это ссылка, указывающие на определенный `git`-коммит в репозитории), соответствующий версии, которую мы будем собирать. На данный момент это последний тег:

```
git reset -hard v1.0.7
```

Определим правила экспорта:

```
mkdir .gear
vim .gear/rules
```

Правила зададим следующие:

- СРЕС-файл перенесём в каталог `.gear`, чтобы он не путался с основными исходными текстами;
- исходники будем забирать из тега `GEAR`, соответствующего апстримному;

- сразу создадим патч, включающий все наши изменения, каталог `.gear` в этот патч мы включать не будем.

Получаем следующий файл `.gear/rules`:

```
spec: .gear/pixz.spec
tar: v@version@:.
diff: v@version@:. . exclude=.gear/**
```

Создадим соответствующий версии тег GEAR:

```
gear-store-tags v1.0.7
```

Напишем SPEC-файл:

```
vim .gear/pixz.spec
```

Важно, что версия в спеке — 1.0.7, поэтому конструкция `v@version@`, которую мы использовали в `.gear/rules`, раскроется в строку `v1.0.7` — именно такой тег GEAR мы создали.

Добавим каталог `.gear` в `git`:

```
git add .gear
```

Можно попробовать собрать пакет:

```
gear-rpm -verbose -commit -ba
```

При необходимости, можно поправить `spec`, добавить нужные зависимости. Когда пакет собирается и всем устраивает, можно зафиксировать все изменения:

```
gear-commit -a
```

Глава 5

Инструмент Hasher

Hasher — инструмент для сборки пакетов с использованием минимальной контролируемой среды в **chroot**. **Hasher** опирается на системный вызов **chroot** и создает изолированную среду для сборки отдельного пакета утилитой **rpm-build**.

Hasher облегчает поддержание сборочных зависимостей и позволяет собирать пакеты для разных дистрибутивов. **Hasher** проверяет пакеты с помощью утилиты **sisyphus_check** и создает локальный APT-репозиторий с результатами сборки.

Для подготовки сборочного окружения **hasher** берет пакеты как из удалённых репозиториев, настроенных в основной системы, так и из локального репозитория (**/hasher/repo/**), в который попадают ранее собранные пакеты.

Так же **hasher** удобен для отладки процесса сборки. Если сборка пакета прервалась, выполните команду **hsh-shell**, чтобы попасть в терминал **chroot**, исправьте ошибку и продолжайте сборку с прерванного этапа.

5.1 Справочная страница Hasher

Возможности **Hasher** задокументированы в инструкциях¹ к пакетам **hasher** и **hasher-priv**. Для вызова справочной информации по **hasher** наберите в консоли **man package**:

```
$ man hsh
```

```
HASHER(7)                                ALT Linux                                HASHER(7)
```

```
NAME
```

```
hasher - modern safe package building technology
```

```
SYNOPSIS
```

```
hsh [options] <path-to-workdir> <package>...
```

```
...
```

¹http://uneex.ru/static/AltlinuxOrg_Hasher/


```
$ man hasher-priv
```

```
HASHER-PRIV(8)                System Administration Utilities        HASHER-PRIV(8)

NAME
hasher-priv - privileged helper for the hasher project

SYNOPSIS
hasher-priv [options] <args>
...
```

Это достаточно подробная инструкция по использованию утилиты **hasher**. Здесь вы найдёте полное описание, опции и флаги, содержимое рабочего каталога.

5.2 Монтирование файловых систем внутри Hasher

Hasher умеет монтировать внутрь **hasher**-контейнера точки монтирования и виртуальные файловые системы из основной машины². Этот механизм применяется в тех случаях, когда собираемому приложению для сборки требуется доступ к ресурсам основной машины, которые **Hasher** не предоставляет по умолчанию. Например, виртуальная файловая система **/proc** или **/dev/pts**, которых по умолчанию нет в **hasher**-контейнере. Файловая система **/proc** получает информацию о состоянии и конфигурации ядра и системы.

Для монтирования файловой системы следует:

1. В файле **/etc/hasher-priv/fstab** описать файловую систему.
2. В файле **/etc/hasher-priv/system** указать файловую систему с помощью опции **allowed_mountpoints**.
3. Указать файловую систему либо при запуске **Hasher** в опции **-mountpoints**, либо в конфигурационном файле **/.hasher/config** в ключе **known_mountpoints**.
4. Прописать необх/одимую файловую систему в **SPEC**-файле в теге **BuildReq**, либо в списке зависимостей.

²<https://www.altlinux.org/Hasher/Руководство>