

УДК 004.451.53

OSTree – СЛЕДУЮЩИЙ ШАГ ЭВОЛЮЦИИ LINUX ДИСТРИБУТИВОВ**В. А. ОВЧИННИКОВ***(Представлено: В. А. МАКАРЫЧЕВА)*

В статье рассматривается инновационный подход к построению Linux-дистрибутивов на примере Fedora Atomic и технологии OSTree. Этот метод кардинально меняет традиционную модель управления пакетами, предлагая принцип неизменяемой системы.

Введение. Современные Linux дистрибутивы продолжают активно развиваться, предлагая пользователям всё больше и больше новых возможностей. Но даже при всей своей надёжности, Linux-системы остаются уязвимыми к определённым типам сбоев. Особенно часто с этим сталкиваются начинающие пользователи, например, когда после установки нового пакета или обновления системы из официальных репозиториях вдруг обнаруживают, что система перестала загружаться или работает некорректно.

Причины таких сбоев могут быть разными – от конфликтов зависимостей до проблем с проприетарными драйверами, такими как, например, драйверы NVIDIA, которые не всегда идеально интегрируются в обновлённую систему. В традиционных дистрибутивах восстановление после подобных ошибок часто превращается в сложный и нервный процесс, требующий либо глубоких технических знаний, либо наличия резервной копии.

Именно для решения этих проблем была разработана библиотека libostree, которая кардинально меняет подход к управлению системой. В отличие от классических пакетных менеджеров, libostree работает с целостными образами системы, что позволяет буквально в два клика откатить любые изменения и вернуться к работоспособному состоянию операционной системы.

Основной текст

Libostree – альтернативная пакетным менеджерам система, которая обеспечивает поддержку параллельной установки и атомарного обновления операционных систем. OSTree формирует системный образ из Git-подобного хранилища. Такой подход позволяет применять методы версионного контроля к компонентам дистрибутива.

В локальном репозитории хранятся снимки файлов и директорий, позволяя быстро переключать корневую систему, ядро и конфигурацию загрузчика на любой из доступных вариантов. Подобный подход позволяет легко переходить к произвольному состоянию системы в прошлом, что очень удобно решает указанную во введении проблему [1].

OSTree не является ни системой управления пакетами, ни инструментом управления дисковыми образами, но берёт на себя часть функций подобных систем, занимая промежуточную нишу.

Вместо пакетов и установочных образов OSTree манипулирует готовыми загрузочными деревьями файловой системы и может быть охарактеризован как "Git для бинарных файлов ОС". OSTree имеет многослойную архитектуру и изначально рассчитан на работу с различными наборами деревьев, развёртываемыми поверх базового административного слоя. Репозиторий OSTree размещается в директории /ostree/repo базовой системы, установка вариантов систем производится в /ostree/deploy/OSNAME/CHECKSUM (системы запускаются с использованием chroot) с использованием жестких ссылок на файлы в репозитории, что позволяет физически хранить только одну копию данных [2].

При обновлении вначале по HTTP вносятся дополнения в репозиторий, после чего формируется обновлённое дерево системы, переключение на которое производится атомарно.

Схема работы OSTree представлена на рисунке 1.

Работа libostree будет рассмотрена на примере Fedora Kinoite Atomic. Стоит упомянуть, что "Kinoite" в названии дистрибутива – это часть наименования различных редакций Fedora, обозначающая окружение рабочего стола, так что Kinoite от остальных Atomic дистрибутивов будет отличаться только используемым DE (Desktop Environment), что не влияет на работу OSTree. Поэтому в дальнейшем, для простоты, будет просто использоваться общее название Fedora Atomic.

В нашем случае в качестве окружения рабочего стола используется KDE Plasma 6.

Полная схема всех редакций Fedora Atomic изображена на рисунке 2.

Также следует отметить, что Fedora Atomic – не единственное семейство неизменяемых систем. OSTree используется в Red Hat In-Vehicle Operating System, endless OS, Torizon OS Embedded Linux.

Основная часть системы (бинарные файлы, библиотеки, системные утилиты) в Fedora Atomic находится в /usr. Этот раздел монтируется в режиме только для чтения. В дистрибутиве отсутствуют rpm и dnf, т.к. вместо модификации файлов "на лету" система обновляется целыми снапшотами, при обновлении скачивается новый образ системы, а не отдельные пакеты. После перезагрузки активируется новая версия, а старая остается как fallback [3].

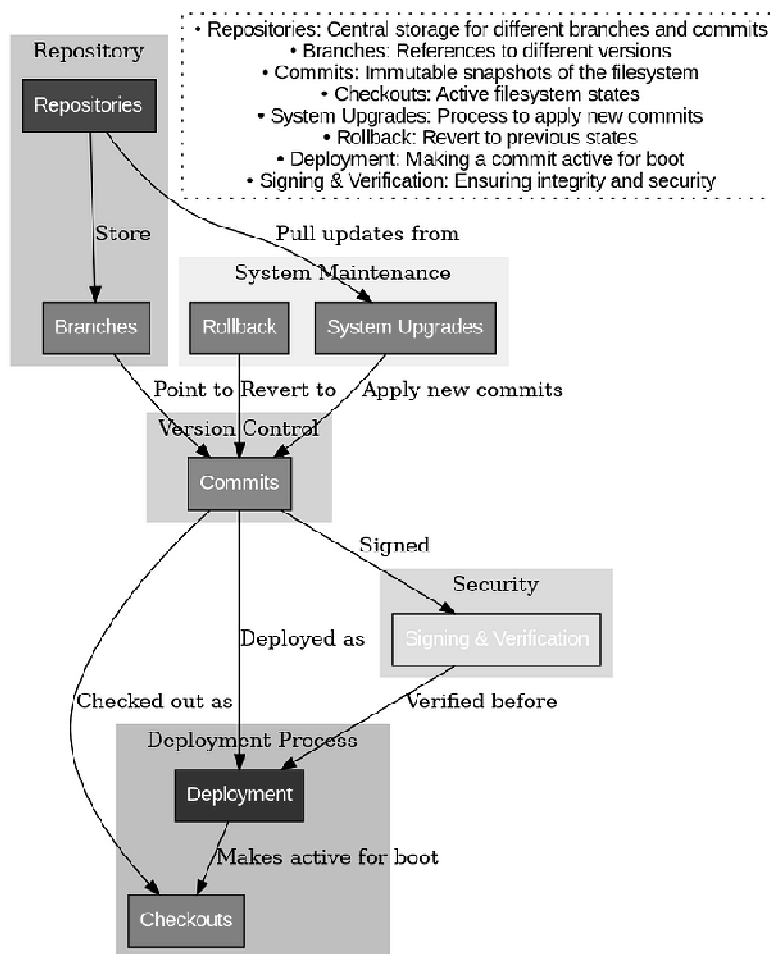


Рисунок 1. – Схема работы OSTree

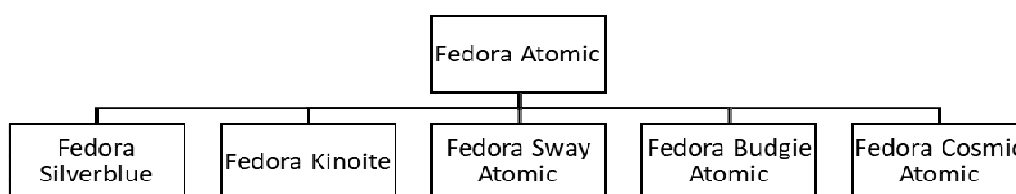


Рисунок 2. – Редакции Fedora Atomic

Важно учесть, что неизменяемость касается только /usr, другие ключевые разделы остаются модифицируемыми (/etc, /var, /home).

Возникает несколько вопросов. Например, такой подход требует размещения домашней директории пользователя в /var/home, чтобы обновления системы их не затрагивали. Будет ли уже созданное программное обеспечение конфликтовать с новым расположением файлов? Ответ прост: нет, т.к. в подобных дистрибутивах /home – символическая ссылка на /var/home.

Еще один вопрос возникает при необходимости установить какой-либо пакет, т.к. в системе отсутствуют пакетные менеджеры. В данном случае Fedora Atomic предлагает несколько решений. Первое решение – гибридный пакетный менеджер rpm-ostree. Он создан Red Hat для неизменяемых дистрибутивов на базе OSTree. Его главная задача – дать пользователю возможность устанавливать пакеты в неизменяемую систему, сохраняя её стабильность.

В отличие от dnf (который изменяет систему напрямую), rpm-ostree создаёт новый образ системы на основе текущего состояния, накладывает изменения поверх этого образа и требует перезагрузки, чтобы переключиться на новую версию. Этот инструмент лучше всего использовать для установки системных пакетов.

Второе решение проблемы установки пакетов – Toolbox. Toolbox – утилита для создания изолированных контейнеров, созданная Red Hat как часть проекта Fedora Atomic. Она позволяет устанавливать пакеты через dnf (как в обычной Fedora) без изменения основной системы. Внутри утилиты используется Podman (аналог Docker без демона).

Контейнеры изолированы от хоста, но монтируют /home, /var и др., автоматически подключаются к графической сессии. Этот инструмент идеально подходит для разработчиков и администраторов, которым нужны CLI инструменты, т.к. контейнер изолирован, а .desktop файлы автоматически не копируются на хост.

Третье решение – Flatpak. Flatpak – система универсальных пакетов для Linux, которая позволяет устанавливать приложения изолированно от основной системы. Разработана как альтернатива традиционным пакетным менеджерам (dnf, apt).

Ключевые особенности Flatpak: изолированные среды (sandbox) – приложения не влияют на систему и друг на друга, универсальные пакеты – один. flatpak работает на любом дистрибутиве, библиотеки внутри пакета – нет конфликтов зависимостей (например, два приложения могут использовать разные версии GTK), автоматические обновления – через flatpak update. Flatpak пакеты рекомендуется использовать для установки приложений, использующих графический интерфейс.

Однако стоит упомянуть, что у flatpak есть и свои минусы. Например, приложения, установленные через Flatpak, занимают много места, т.к. каждое приложение включает свои зависимости (даже если они уже есть в системе), что приводит к дублированию библиотек, приложения запускаются медленнее своих нативных аналогов из-за запуска sandbox и runtime, не всегда корректно может работать аппаратное ускорение, а приложения не всегда имеют хорошую интеграцию с системой и могут работать не стабильно в Wayland-сессиях.

Особенно критичной является проблема с Wayland. Объясняется это тем, что Wayland – новая графическая система, стремительно захватывающая мир Linux-дистрибутивов. Разработанный как современная замена устаревшему X11, этот протокол предлагает принципиально иной подход к работе с графикой.

Разные окружения рабочего стола по-разному реализуют Wayland. А большинство Flatpak приложений разрабатывались для X11, что приводит к проблемам с буфером обмена, перетаскиванием файлов и глобальными горячими клавишами. Но, несмотря на все минусы, Flatpak остается лучшим выбором для изолированных GUI-приложений в неизменяемых системах.

Таблица 1. – Сравнение Toolbox, rpm-ostree и Flatpak

Критерий	Toolbox	Rpm-ostree	Flatpak
Назначение	Разработка	Базовая система	GUI-приложения

Окончание таблицы 1

Критерий	Toolbox	Rpm-ostree	Flatpak
Управление пакетами	dnf/apt (или любой другой пакетный менеджер) в контейнере	RPM + OSTree	Изолированные приложения
Изменения/обновления	Изменяемый контейнер	Commit в репозиторий, атомарные обновления + перезагрузка	Автообновления без перезагрузки
Размер	~300 МБ + пакеты	Пакеты	Большой(зависимости)
Оптимальное использование	Инструменты разработки	Ядро, драйверы, системные библиотеки	GUI приложения

Закключение. Современные Linux-дистрибутивы переживают революцию благодаря OSTree – технологии, которая предлагает принципиально новый подход к управлению системой. В отличие от традиционных пакетных менеджеров, OSTree работает с целыми снимками системы, обеспечивая атомарные обновления, когда изменения применяются полностью или не применяются вообще. Это гарантирует неизменную целостность системы и возможность мгновенного отката к любой предыдущей версии. Особенность OSTree-систем, таких как Fedora Atomic, Silverblue и Kinoite, заключается в их разделении на неизменяемую базовую часть (/usr) и гибкую пользовательскую среду. Базовый слой обновляется только целиком через rpm-ostree, что исключает возможность его повреждения. При этом пользователи получают полную свободу благодаря трем ключевым инструментам: rpm-ostree для системных компонентов, Flatpak для приложений и Toolbox для CLI инструментов.

Главные преимущества такого подхода проявляются на разных уровнях. Обычные пользователи получают стабильность, сравнимую с мобильными операционными системами. Разработчики избавляются от проблем с конфликтами зависимостей. Для предприятий это означает новый уровень безопасности и контроля версий всей операционной системы.

Особенно ценными эти решения становятся в корпоративной среде, при развертывании промышленных систем и IoT-устройств, а также в любых ситуациях, где критически важны надежность и простота администрирования. Fedora Atomic сегодня представляет собой наиболее удобный способ познакомиться с этим подходом – это готовый к использованию дистрибутив, демонстрирующий все преимущества неизменяемых систем уже сейчас.

ЛИТЕРАТУРА

1. OSTree [Электронный ресурс] // Wikipedia. – Режим доступа: <https://en.wikipedia.org/wiki/OSTree>. – Дата доступа: 17.04.2025.
2. OSTree – атомарные обновления ОС в стиле git [Электронный ресурс] // Habr. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/flant/articles/522234/>. – Дата доступа: 17.04.2025.
3. Fedora Kinoite User Guide [Электронный ресурс] // Fedora Project. – Режим доступа: <https://docs.fedoraproject.org/en-US/fedora-kinoite/>. – Дата доступа: 18.04.2025.
4. Fedora Kinoite User Guide. Getting Started [Электронный ресурс] // Fedora Project. – Режим доступа: <https://docs.fedoraproject.org/en-US/fedora-kinoite/getting-started/>. – Дата доступа: 18.04.2025.