XFS — стабильная производительность и масштабируемость

XFS — это высокопроизводительная и надёжная файловая система журнала, разработанная для масштабируемых серверных нагрузок. Она отлично справляется с большими файлами, многопоточными операциями и онлайн-расширением томов. В НАЙС.ОС XFS используется при выборе профиля установщика, ориентированного на классическую надёжность и простоту обслуживания. Поддерживаются квоты, онлайн-проверка целостности и совместимость с средствами контроля (AIDE, IMA). Если вам не нужны снапшоты и COW, но важна стабильность и скорость — XFS остаётся одним из лучших выборов в 2025 году.

1. Введение: зачем нужна XFS

XFS — одна из старейших и самых надёжных файловых систем Linux, изначально разработанная компанией **SGI** (Silicon Graphics Inc.) в 1994 году для операционной системы IRIX. С 2001 года она была портирована в ядро Linux и активно развивается по сей день.

Основная цель XFS — обеспечить **высокую производительность** на многопроцессорных системах, **устойчивость к сбоям** и **масштабируемость** для работы с терабайтами и даже петабайтами данных.

XFS особенно актуальна в следующих сценариях:

- Серверы баз данных и файловые сервера с интенсивной нагрузкой на дисковую подсистему;
- Хранилища резервных копий и архивы (в том числе с большим количеством больших файлов);
- NAS/SAN-системы, где важна скорость и параллельный доступ к данным.

Благодаря зрелой архитектуре и предсказуемому поведению XFS активно

используется в Red Hat, SUSE, НАЙС.ОС и других дистрибутивах промышленного уровня. Подробности о файловой системе можно найти в официальной документации XFS.

2. Что умеет XFS

XFS предлагает широкий набор возможностей, благодаря которым она остаётся одним из самых надёжных и быстрых решений в мире файловых систем:

- **Журналирование метаданных:** XFS ведёт журнал всех изменений метаданных (имён файлов, каталогов, прав и пр.), что обеспечивает быструю и безопасную восстановимость после сбоев.
- **Масштабируемость:** поддержка файловых систем и отдельных файлов объёмом до **8 эксабайт** (теоретический максимум, ограниченный архитектурой ОС и оборудования).
- **Аллокаторы extents:** вместо обычного блочного подхода используется динамическое распределение непрерывных участков (extents), что улучшает производительность.
- **Высокая параллельность:** многопоточная запись и чтение файлов без блокировок благодаря структуре B+ деревьев и асинхронным операциям.
- **Дополнительные фичи:**
  - `project quotas` — ограничение по пользователям/группам/проектам;
  - `reflink` — копирование по запросу (Copy-on-Write clone);
  - `DAX` — прямой доступ к файловой системе, минуя page cache (на NVMe, PMEM).

✍ XFS vs ext4: в чём отличия на пальцах?

- **XFS:** масштаб, производительность, многопоточность, но нет стандартных снапшотов.
- **ext4:** стабильность, простота, лучше в небольших объёмах и на слабом оборудовании.
- Для серверов с нагрузкой на запись и большие тома — **XFS предпочтительнее**.

3. Где используется XFS сегодня

Благодаря своей надёжности, масштабируемости и высокой производительности **XFS**

стал стандартом де-факто для серверных дистрибутивов и облачных решений.

- **По умолчанию используется в:**
  - **RHEL** (Red Hat Enterprise Linux);
  - **CentOS** (до версии 8);
  - **Fedora** (начиная с Workstation 33);
  - **НАЙС.ОС** — при выборе профиля Сервер баз данных / Хранилище в установщике.
- **Также активно используется в:**
  - **Oracle Linux** — для совместимости с СУБД Oracle;
  - **SUSE Linux Enterprise Server (SLES)** — в качестве одной из основных ФС;
  - **Amazon Linux** — для хранения контейнеров, журналов и временных данных.
- **Примеры использования:** файловые системы баз данных (PostgreSQL, Oracle, MySQL), большие лог-хранилища, бэкап-серверы, корпоративные NAS.

XFS хорошо работает как на физических серверах, так и в виртуализированной или облачной инфраструктуре.

4. Как создать и настроить XFS

Начать работу с файловой системой XFS просто: она поддерживается большинством дистрибутивов "из коробки" и имеет мощные утилиты для настройки и администрирования.

Создание файловой системы

Внимание: Убедитесь, что устройство `/dev/sdX1` не смонтировано и не содержит важных данных, так как форматирование уничтожит все данные на разделе.

```
mkfs.xfs /dev/sdX1
```

После форматирования можно проверить параметры с помощью:

```
xfs_info /dev/sdX1
```

Монтирование и fstab

Пример ручного монтирования:

```
mount -t xfs /dev/sdX1 /mnt/data
```

Для автоматического монтирования добавьте в `/etc/fstab`:

```
/dev/sdX1  /mnt/data  xfs  defaults,noatime,inode64,logbufs=8  0 0
```

📄 fstab-пример для XFS с параметрами под SSD

```
/dev/nvme0n1p3  /data  xfs  noatime,inode64,logbufs=8  0 0
```

- `noatime` — отключает обновление времени доступа к файлу (меньше износа SSD).
- `discard` — позволяет TRIM-операции, но может снижать производительность. Альтернатива: используйте `fstrim /data` периодически.
- `inode64` — даёт возможность использовать inode за пределами первых 1 ТБ.
- `logbufs=8` — увеличивает число буферов журнала для повышения скорости записи.

Утилиты для обслуживания XFS

- `xfs_quota` — управление квотами для пользователей/групп/проектов.
- `xfs_admin` — управление параметрами ФС (например, метками, UUID).
- `xfs_repair` — проверка и восстановление файловой системы после сбоев.

5. Инструменты для работы с XFS

XFS предоставляет мощный набор утилит для диагностики, обслуживания, квотирования и тестирования файловой системы. Ниже — краткий обзор ключевых инструментов. Подробности доступны в [документации xfsprogs](#).

Диагностика и информация

- `xfs_info` — выводит параметры смонтированной файловой системы:

```
xfs_info /mnt/data
```

- `xfs_db` — интерактивная диагностика метаданных XFS (только для опытных пользователей).
- `xfs_repair -n` — проверка файловой системы без внесения изменений.
- `xfs_repair` — проверка и исправление ошибок в ФС:

```
xfs_repair /dev/sdX1
```

Управление пространством

- `xfs_growfs` — расширение уже смонтированной файловой системы без размонтирования:

```
xfs_growfs /mnt/data
```

- `xfs_quota` — управление дисковыми квотами (по пользователям, группам и "проектам"):

```
xfs_quota -x -c 'report -h' /mnt/data
```

Низкоуровневое тестирование

- `xfs_io` — утилита для тестирования ввода-вывода, проверки аллокаторов, direct IO и кэширования:

```
xfs_io -f /mnt/data/testfile
```

Эти инструменты особенно полезны при отладке производительности, планировании миграций и сопровождении крупных хранилищ данных.

6. Производительность XFS

Одним из главных достоинств **XFS** является её производительность при работе с большими объёмами данных и параллельными потоками. Она оптимизирована для высоконагруженных серверов и современных многопроцессорных систем.

- **Отличная масштабируемость** на многоядерных системах благодаря эффективной блокировке (per-AG locking) и внутренним аллокаторам.
- **Предсказуемая производительность** для больших файлов: операции записи, перемещения и удаления масштабируются линейно даже при многопоточном доступе.
- **Рекомендации по настройке:**
  - Для баз данных: отключите `atime`, используйте опции монтирования `noatime,nodiratime`.
  - Для виртуализации: включите `lazy-count=1` при форматировании и используйте `logbsize=256k`.
  - Для SSD и RAID: обязательно выравнивание по страйпу (см. блок ниже).

> ### 🖊 Блок: RAID + XFS: stripe alignment и параметры mkfs
>
> При использовании XFS поверх RAID необходимо учитывать параметры `mkfs.xfs`:
>
> - `-d su=64k,sw=4` — установка размера страйпа (su — stripe unit, sw — stripe width).
> - `-l size=128m` — размер журнала для высокой производительности.
>
> Команда может выглядеть так:
>
> ```
> mkfs.xfs -d su=64k,sw=4 -l size=128m /dev/md0
> ```
>
> Где `su`=64K (размер блока на диске), `sw`=4 (кол-во дисков в RAID).

7. Безопасность и целостность

XFS обеспечивает базовую целостность файловой системы за счёт журналирования метаданных, однако **данные пользователей в журнал не попадают**. Это означает, что после внезапного отключения питания структура ФС будет восстановлена, но

содержимое отдельных файлов может быть потеряно.

- **Метаданные в журнале:** каталоги, права доступа, структура — восстанавливаются автоматически.
- **Данные — вне журнала:** для защиты содержимого файлов требуется дополнительный контроль.

Сочетание с IMA и AIDE

XFS хорошо работает совместно с механизмами контроля целостности:

- **IMA (Integrity Measurement Architecture):** проверка хэшей исполняемых файлов и политик доступа.
- **AIDE (Advanced Intrusion Detection Environment):** регулярный аудит файловой системы по сохранённой базе хэшей.

Шифрование данных

- **Встроенного шифрования в XFS нет**, в отличие от Btrfs или ext4 (fscrypt).
- **Рекомендуемое решение:** использовать **LUKS/dm-crypt** для шифрования целого тома.
- Поддержка **fscrypt** для XFS — улучшена с ядра Linux 5.16, но всё ещё считается экспериментальной и не рекомендуется для продакшен-систем. Требуются опции монтирования (`fscrypt`).

Таким образом, XFS надёжна на уровне структуры, но для полной защиты данных необходимы дополнительные меры: контроль целостности и шифрование.

8. Квоты и контроль использования

XFS поддерживает три типа квот: пользовательские, групповые и **проектные квоты**, что делает её удобной для ограничений на уровне UID, GID и PROJECT_ID.

Поддерживаемые типы квот

- **User quota (uquota):** квота на пользователя (UID).
- **Group quota (gquota):** квота на группу (GID).
- **Project quota (pquota):** квота на проект (PROJECT_ID) — идеальна для изоляции директорий по сервисам.

Особенность: disk project isolation

Проектные квоты позволяют задать ограничения на определённую директорию независимо от пользователя или группы. Это удобно для разграничения хранилищ:

- `/var/lib/docker` — отдельная project-квота для контейнеров;
- `/home` — project-квота для каждого домашнего каталога.

Пример настройки project quota

```
# echo 123:/var/lib/docker >> /etc/projects
# echo docker:123 >> /etc/projid
# xfs_quota -x -c "project -s docker" /mnt/data
# xfs_quota -x -c "limit -p bhard=5g docker" /mnt/data
```

Монтаж с включёнными квотами

Добавьте флаги в `/etc/fstab`:

```
/dev/sda1  /mnt/data  xfs  defaults,uquota,gquota,pquota  0  0
```

После перезагрузки или монтирования квоты активны, и вы можете использовать `xfs_quota` для мониторинга и настройки.

9. Где XFS не подойдёт: ограничения и минусы

Несмотря на высокую производительность и надёжность, **XFS** — не универсальное решение. Ниже перечислены сценарии, где лучше рассмотреть другие файловые системы.

1. Нет встроенных снапшотов

В отличие от `Btrfs` или `ZFS`, XFS не поддерживает создание снапшотов из коробки. Для этого нужно использовать LVM или внешние решения.

2. Ограниченная поддержка reflink

Reflink-копирование (Copy-on-Write) появилось лишь в ядрах 4.18+, и поддерживается не на всех конфигурациях. Это ограничивает возможности deduplication и атомарных обновлений.

3. Нет встроенного шифрования

В отличие от ext4 или Btrfs, XFS не поддерживает встроенное `fscrypt`-шифрование. Для безопасного хранения придётся использовать LUKS (dm-crypt) на уровне устройства.

4. Чувствительность к отключениям питания

При сбоях питания XFS надёжно восстанавливает метаданные благодаря журналированию, но данные, не записанные на диск (например, в буферах), могут быть потеряны. Для проверки используйте `xfs_repair`, что может быть длительным на больших томах.

5. Не подходит для real-time приложений

Из-за специфики журналирования и распределения аллокаций, XFS не всегда обеспечивает минимальную задержку, нужную в real-time системах (например, аудиообработка, SCADA).

Вывод

XFS — отличный выбор для стабильных, IO-интенсивных задач (базы данных, архивы, лог-серверы), но не всегда подходит для десктопов, защищённых ОС с откатом и real-time систем.

10. XFS в защищённых системах

XFS остаётся актуальным выбором для защищённых и стабильных ИТ-систем, особенно в сценариях, где важны **предсказуемость** и **надёжность** без избыточной сложности.

Почему XFS подходит для критичной инфраструктуры

- **Прозрачное поведение:** нет скрытой магии снапшотов или автоматического изменения структуры данных.
- **Надёжность:** зрелый код, прошедший испытания на больших объёмах данных и высоких нагрузках.
- **Сертификационная история:** XFS применяется в ряде сертифицированных ОС (включая Astra Linux, РЕД ОС, ALT).

XFS в НАЙС.ОС

В дистрибутиве **НАЙС.ОС** XFS используется в альтернативных установочных профилях («сервер», «база данных»), где критична высокая скорость записи и чтения без необходимости мгновенного отката.

Для таких сценариев XFS обеспечивает:

- стабильность при длительной работе без ребутов;
- предсказуемую производительность на SSD/HDD;
- простую интеграцию с IMA, SELinux и AIDE.

Сравнение с Btrfs

Критерий	XFS	Btrfs
Снапшоты	⛔ (нужен LVM)	✅ из коробки
Производительность под нагрузкой	✅ стабильная	⚜ зависит от конфигурации
Сжатие	⛔	✅ zstd/lzo
Поддержка reflink	✅ (ограничено)	✅ полностью
Зрелость кода	✅ высокая	⚜ развивающаяся

Вывод

XFS остаётся отличным выбором для защищённых систем, где важны надёжность, простота, зрелость кода и высокая производительность. В НАЙС.ОС он органично дополняет Btrfs и позволяет гибко подбирать файловую систему под нужды организации.

11. Заключение

XFS — зрелая, надёжная и масштабируемая файловая система, проверенная временем и критическими нагрузками.

- Оптимальный выбор для серверов, баз данных, архивов и распределённых хранилищ.
- Обеспечивает предсказуемую производительность и простое администрирование.
- Широко поддерживается в корпоративных и сертифицированных дистрибутивах.

В **НАЙС.ОС** XFS не конкурирует с Btrfs, а **дополняет его**: используется там, где атомарные обновления и снапшоты не являются приоритетом, но важна стабильность и контроль.

Выбирая XFS, вы делаете ставку на проверенное решение для защищённых, высоконагруженных и предсказуемых систем.