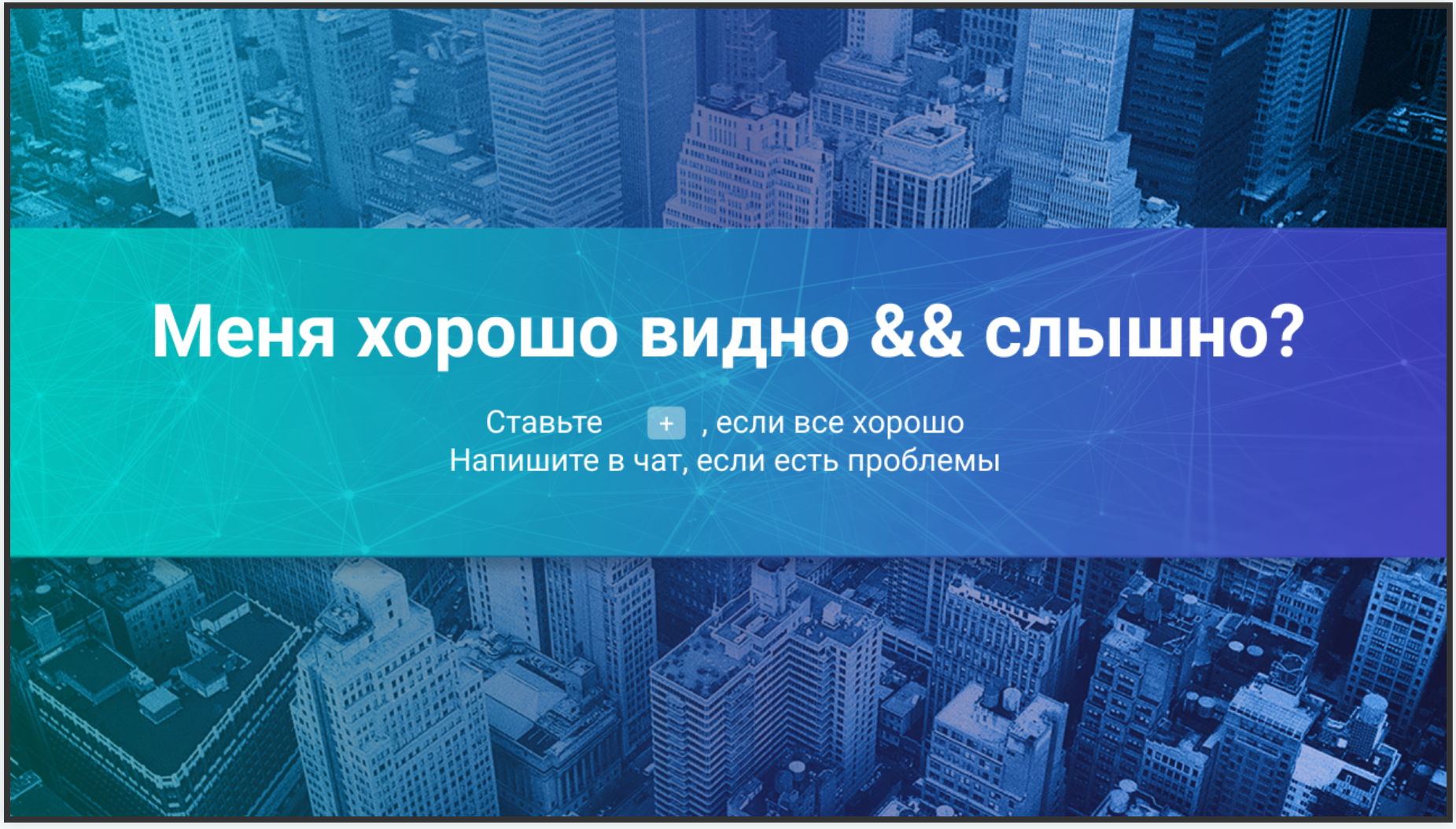

OTUS
ОНЛАЙН-ОБРАЗОВАНИЕ
Онлайн-образование


Меня хорошо видно && слышно?
Ставьте + , если все хорошо
Напишите в чат, если есть проблемы

НЕ ЗАБЫТЬ ВКЛЮЧИТЬ ЗАПИСЬ!!!

Дисковая подсистема Linux

О себе

Test Automation Engineer

- более 10 лет опыта работы в среде Linux
- тестировал Cluster File Systems

Преподаватель

- в OTUS
- и другие (курс “Основы администрирования Linux”)

Викентий Лапа

Правила вебинара

- Активно участвуем: выполняем задания, отвечаем на вопросы
- Если возникли сложности задаем вопрос в чат
- На вопросы постараюсь отвечать сразу, но возможны паузы

Маршрут вебинара

- Драйвера устройств
- Блочные устройства
  - Утилиты для администрирования дисков
  - Планировщики ввода/вывода (I/O Schedulers)
  - Создаем разделы
- Массив дисков
  - Типы RAID
- Примеры обслуживания.
  - Создаем RAID 1 уровня - зеркало.
  - Остановка и старт массива
  - Старт когда один диск полностью поврежден
  - Создаем RAID10, RAID5

После занятия вы сможетее

1. Добавить новый диск в систему и найти его (в том числе NVMe)
2. Разбить диск на разделы вручную или скриптом
3. Поменять конфигурацию блочного устройства
4. Выбрать тип RAID и создать программный RAID

Зачем вам это уметь

ВАШ ВАРИАНТ?

Зачем вам это уметь

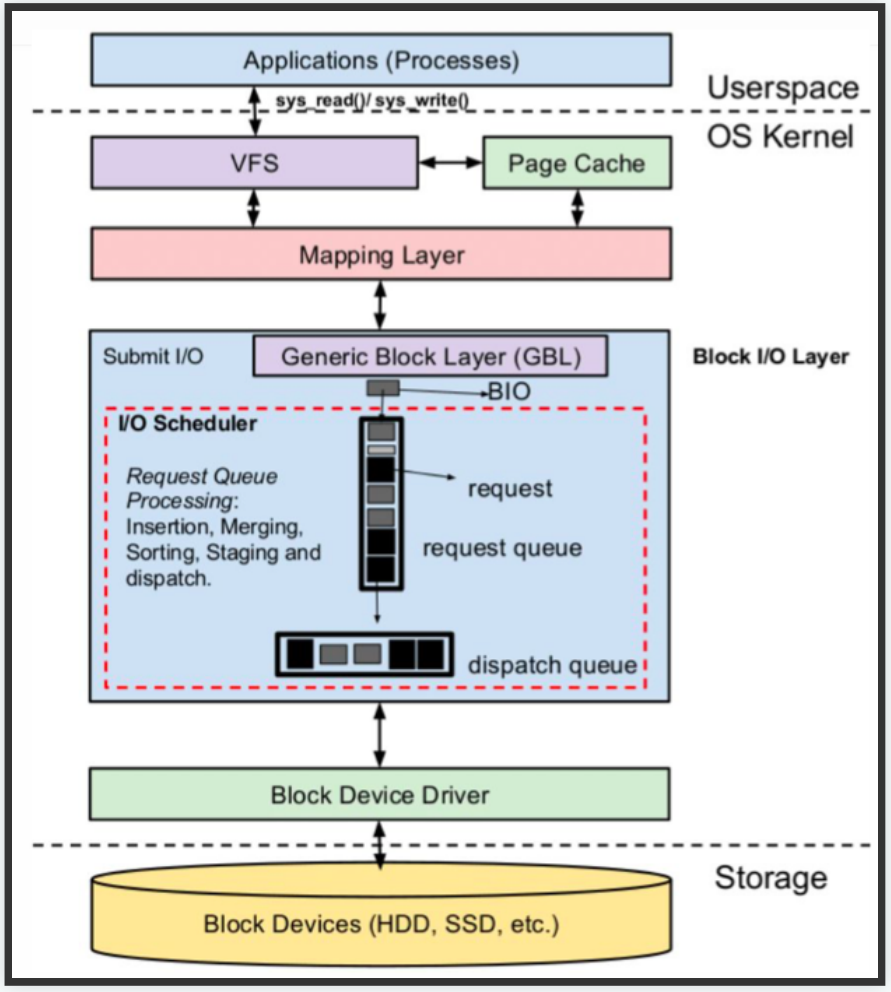
МОЙ ВАРИАНТ

1. Сможете быстрее разобраться в конфигурации на сервере от другого админа
2. Повысите отказоустойчивость дисковой подсистемы
3. Меньше волнения при замене вылетевшего диска

Маршрут вебинара.

- **Драйвера устройств**
- Блочные устройства
  - Утилиты для администрирования дисков
  - Планировщики ввода/вывода (I/O Schedulers)
  - Создаем разделы
- Массив дисков
  - Типы RAID
- Примеры обслуживания.
  - Создаем RAID 1 уровня - зеркало.
  - Остановка и старт массива
  - Старт когда один диск полностью поврежден
  - Создаем RAID10, RAID5

Дисковая подсистема



Файлы блочных устройств

```
# lsblk
NAME         MAJ:MIN RM   SIZE RO TYPE MOUNTPOINT
/dev/loop1     7:1    0   100M  0 loop
sda            8:0    0     8G  0 disk
├─sda1         8:1    0     1G  0 part /boot
└─sda2         8:2    0     7G  0 part
  ├─cl-root  253:0    0   6.2G  0 lvm  /
  └─cl-swap  253:1    0   820M  0 lvm  [SWAP]
sdb            8:16   0   250M  0 disk
sr0           11:0    1   597M  0 rom
/dev/pmem2   259:0    0   676M  0 disk
nvme0n1      259:0    0 317.6M  0 disk
└─nvme0n1p1  259:1    0 316.6M  0 part
nvme0n2      259:2    0 113.9M  0 disk
```

Файлы устройств

Два типа:

- блочные (block special files)
- символьные (character special files).

```
# ls -l /dev/sda1
brw-rw----. 1 root disk 8, 1 Jan 28 20:03 /dev/sda1
# cat /proc/devices
Block devices:
8 sd
9 md
```

b - класс устройства, **8** - старший номер устройства **1** - младший номер устройства.

Файлы блочных устройств

```
ls /sys/block/
dm-0  dm-1  nvme0n1  nvme0n2  sda  sdb  sr0
```

```
find /dev/disk/
/dev/disk/by-label/CentOS-8-1-1911-x86_64-dvd
/dev/disk/by-uuid/292c16ad-881f-40b0-8d18-12930be29bca
/dev/disk/by-partuuid/8c24099b-02
/dev/disk/by-path/pci-0000:00:1f.2-ata-1-part2
/dev/disk/by-path/pci-0000:00:1f.2-ata-2
/dev/disk/by-path/pci-0000:00:0e.0-nvme-1-part1
/dev/disk/by-id/ata-VBOX_CD-ROM_VB2-01700376
/dev/disk/by-id/nvme-eui.c5e83ad72b43394bb88a41462df57f1e-part1
```

Как создаются эти имена файлов?

Найдем контроллеры дисков

Команда **lspci**

```
0000:00:1f.2
00:1f.2
```

B/D/F (bus/device/function)

(шина / устройство / функции).

```
# Опции команды
lspci -v -vv -vvv # больше деталей
lspci -tv  # дерево соответсвует физической структуре
lspci -D #  показывает домен
lspci -nnA  # показывает  ID производителя
lspci -v -s 00:1f.2  # показать только одно устройство
```

Пример правил системы udev

```
cat /usr/lib/udev/rules.d/60-persistent-storage.rules
```

файлы с описанием правил правил `man 7 udev`

- system rules directory `/usr/lib/udev/rules.d`
- volatile runtime directory `/run/udev/rules.d`
- local administration directory `/etc/udev/rules.d`

Пример добавления правил

Создадим еще одно имя для диска sda

```
udevadm info -n /dev/sda
udevadm info -n /dev/sda | grep ID_SERIAL_SHORT
```

Создаем файл с правилом

```
# cat /etc/udev/rules.d/69-disk.rules
ACTION=="add", KERNEL=="sd[a-z]", \
ENV{ID_SERIAL_SHORT}=="VBca5e42b9-32e027c5", SYMLINK+="my_virtual
```

Тестируем правило, применяем правило

```
udevadm test $(udevadm info \
--query=path --name=/dev/sda)
sudo udevadm trigger --action=add
```

Система udev

- правила именования устройств
- постоянно закрепленные за устройствами имена, которые не зависят от того, какое положение они занимают в дереве устройств
- уведомление внешних по отношению к ядру программ, если устройство было заменено

Маршрут вебинара

- Драйвера устройств
- Блочные устройства
  - **Утилиты для администрирования дисков**
  - Планировщики ввода/вывода (I/O Schedulers)
  - Создаем разделы
- Массив дисков
  - Типы RAID
- Примеры обслуживания.
  - Создаем RAID 1 уровня - зеркало.
  - Остановка и старт массива
  - Старт когда один диск полностью поврежден
  - Создаем RAID10, RAID5

Настройка блочных устройств

- Утилиты
  - hdparam
  - sdparm (SCSI)
  - smartctl
- Файловая система sys

Утилита hdparam

`hdparm` - позволяет получить/установить параметры устройств SATA/IDE и тестировать производительность

- кэши дисков (drive caches)
- режим сна (sleep mode)
- управлять питанием (power management)
- уровнем шума (acoustic management)
- настройки DMA (Direct Memory Access)

Примеры использования Утилита hdparam

```
# Тест производительности
hdparm -Tt --direct /dev/nvme1n1
# Отклчюаем энергосбережение
/usr/bin/hdparm -B 254 -S 0 /dev/sda
```

Применяем после перезагрузки

```
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="block", KERNEL=="sda",
RUN+="/usr/bin/hdparm -B 254 -S 0 /dev/sda"
```

Утилита smartctl

упрвление и мониторинг дисков использующих технологию SMART (Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology System)

- поддерживает ATA/SATA, SCSI/SAS and NVMe
- работает в системах Linux, FreeBSD, NetBSD, OpenBSD, Darwin (macOS), Solaris, Windows, Cygwin, OS/2, eComStation or QNX

Пример использования smartctl

Две стратегии поведения диска при обнаружении ошибки:

- **standalone/desktop** — пытаться прочитать до последнего
- **RAID** — не ждать помечать диск как сбойный Разные производители называют по разному
    - SCT ERC (SMART Command Transport Error Recovery Control)
    - TLER (Time-Limited Error Recovery)
    - CCTL (Command Completion Time Limit)

Error Recovery Control (ERC) - количество времени которое контроллеру диска разрешено потратить на восстановление от ошибки чтения или записи.

Пример использования утилиты smartctl

Узнать значение ERC

```
smartctl -l scterc /dev/sda
     SCT Error Recovery Control:
                Read: Disabled
                Write: Disabled
```

Установить значение ERC

```
smartctl -l scterc,150,150 /dev/sda
    SCT Error Recovery Control:
                Read:    150 (15.0 seconds)
                Write:    150 (15.0 seconds)
```

Маршрут вебинара

- Драйвера устройств
- Блочные устройства
  - Утилиты для администрирования дисков
  - **Планировщики ввода/вывода (I/O Schedulers)**
  - Создаем разделы
- Массив дисков
  - Типы RAID
- Примеры обслуживания.
  - Создаем RAID 1 уровня - зеркало.
  - Остановка и старт массива
  - Старт когда один диск полностью поврежден
  - Создаем RAID10, RAID5

Планировщик системы ввода/вывода

I/O Scheduling — очередью операций ввода-вывода к жесткому диску

Увеличение производительности дисков

Как это работает:

- слияние запросов
- установка приоритета выполнения

Планировщики системы ввода/вывода

Non-multiqueue I/O schedulers	Multiqueue
noop	mq-deadline
dealine	kyber
cfq	bfq

Узнаем какие поддерживаются

```
# cat /sys/block/sda/queue/scheduler
[mq-deadline] kyber bfq none
```

Пример смены планировщика

```
# echo none >/sys/block/sda/queue/scheduler
# cat /sys/block/sda/queue/scheduler
[none] mq-deadline kyber bfq
```

Рекомендации по выбору. Их нет. Тестируйте.

- NVMe
  - любой из Multiqueue
  - none для уменьшения нагрузки на процессор.
- HDD
  - сервер - mq-deadline
  - desktop - bfq

Навязчивое повторение

КАКИМИ КОМАНДАМИ МОЖНО?

- найти сколько дисков в системе
- определить тип дисков
- поменять настройки

Маршрут вебинара

- Драйвера устройств
- Блочные устройства
  - Утилиты для администрирования дисков
  - Планировщики ввода/вывода (I/O Schedulers)
  - **Создаем разделы**
- Массив дисков
  - Типы RAID
- Примеры обслуживания.
  - Создаем RAID 1 уровня - зеркало.
  - Остановка и старт массива
  - Старт когда один диск полностью поврежден
  - Создаем RAID10, RAID5

Разбиваем диск на разделы

Зачем ?

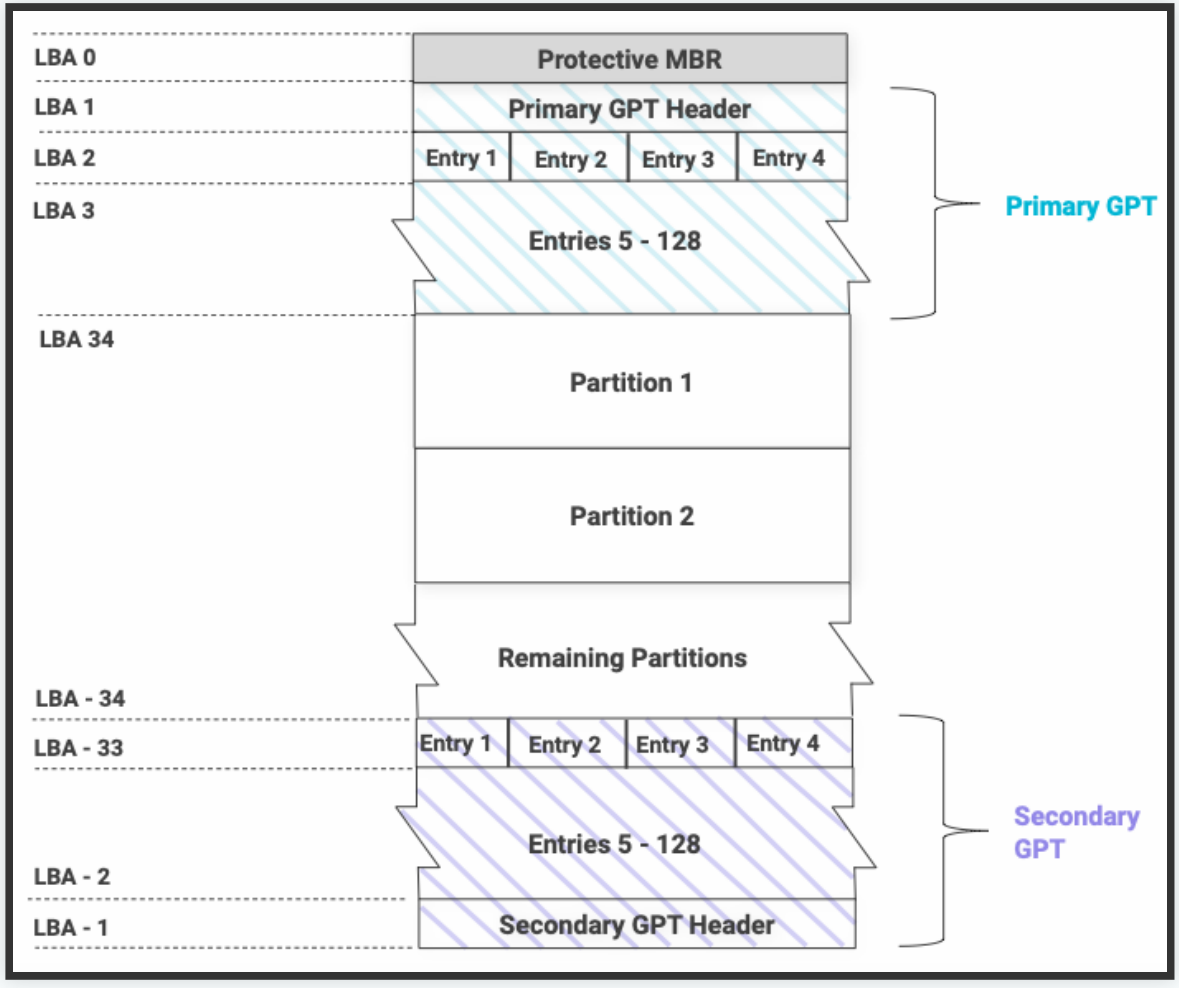
Какие схемы раметки?

Директория	Раздел
/	/dev/sda1
/boot	/dev/sda2
/home	/dev/sda3

Разделы MBR

- Преимущества MBR
  - совместима с большинством систем.
- Недостатки MBR
  - четыре раздела, дополнительные подразделы на основном
  - размер раздела два терабайта
  - информация о разделе хранится только в одном месте

Разделы GPT


LBA 0
Protective MBR
LBA 1
Primary GPT Header
LBA 2
Entry 1
Entry 2
Entry 3
Entry 4
LBA 3
Entries 5 - 128
Primary GPT
LBA 34
Partition 1
Partition 2
Remaining Partitions
LBA - 34
LBA - 33
Entry 1
Entry 2
Entry 3
Entry 4
Entries 5 - 128
Secondary GPT
LBA - 2
LBA - 1
Secondary GPT Header

Разделы GPT

- Преимущества GPT
  - неограниченное количество разделов.
  - контрольные суммы CRC32 позволяют обнаружить ошибки и повреждения заголовка и таблицы разделов.
  - сохраняет заголовок резервной копии и таблицу разделов в конце диска.
- Недостатки GPT
  - Может быть несовместима со старыми системами.

Утилиты для создания разделов

Интерактивные	Для скриптов
fdisk	sfdisk
gdisk	sgdisk
parted	parted

Пример интерактивного создания разделов

- `gdisk /dev/nvme0n2`

```
Number  Start (sector)    End (sector)  Size       Code  Name
   1            2048          104447   50.0 MiB    8300  Linux fi

Command (? for help): ?
b    back up GPT data to a file
c    change a partition's name
d    delete a partition
i    show detailed information on a partition
l    list known partition types
n    add a new partition
```

Пример создания разделов скриптом

```
for i in {1..40} do
    sgdisk -n ${i}:0:+10M /dev/nvme0n1
done
lsblk
```

Опции могут совпадать с интерактивной версией

```
sgdisk --help
sgdisk -o /dev/nvme0n2 # очистка разделов
```

Пример создания разделов parted

Интерактивно

```
parted /dev/nvme0n3
```

Скрипт

```
parted --script /dev/nvme0n3 mklabel gpt\
 mkpart primary 2048s 10MiB\
 mkpart primary 10MiB 20MiB
```

Маршрут вебинара

- Драйвера устройств
- Блочные устройства
  - Утилиты для администрирования дисков
  - Планировщики ввода/вывода (I/O Schedulers)
  - Создаем разделы
- **Массив дисков**
  - Типы RAID
- Примеры обслуживания.
  - Создаем RAID 1 уровня - зеркало.
  - Остановка и старт массива
  - Старт когда один диск полностью поврежден
  - Создаем RAID10, RAID5

Типы RAID

- аппаратный
  - internal
  - external
- программный

Аппаратный RAID

Преимущества

+ Аппаратное решение, не влияющее на производительность основной системы
+ Выделенный CPU
+ Выделенная память для Кэшей
+ Возможность использовать BBU (Battery Backup Unit)
+ Возможность подключения большого количества дисков
+ Прозрачность для загрузчиков (возможность грузиться с любого массива)

Недостатки

- Высокая стоимость
- Высокая сложность
- Разнообразность интерфейсов управления и драйверов
- Низкая «мобильность» /переносимость
- Привязка к железу
- Бóльший простой по времени при аварии
- Очень дорогой ремонт, необходимость закупать впрок контроллеры, которые потом могут прекратить выпускать

Программный RAID

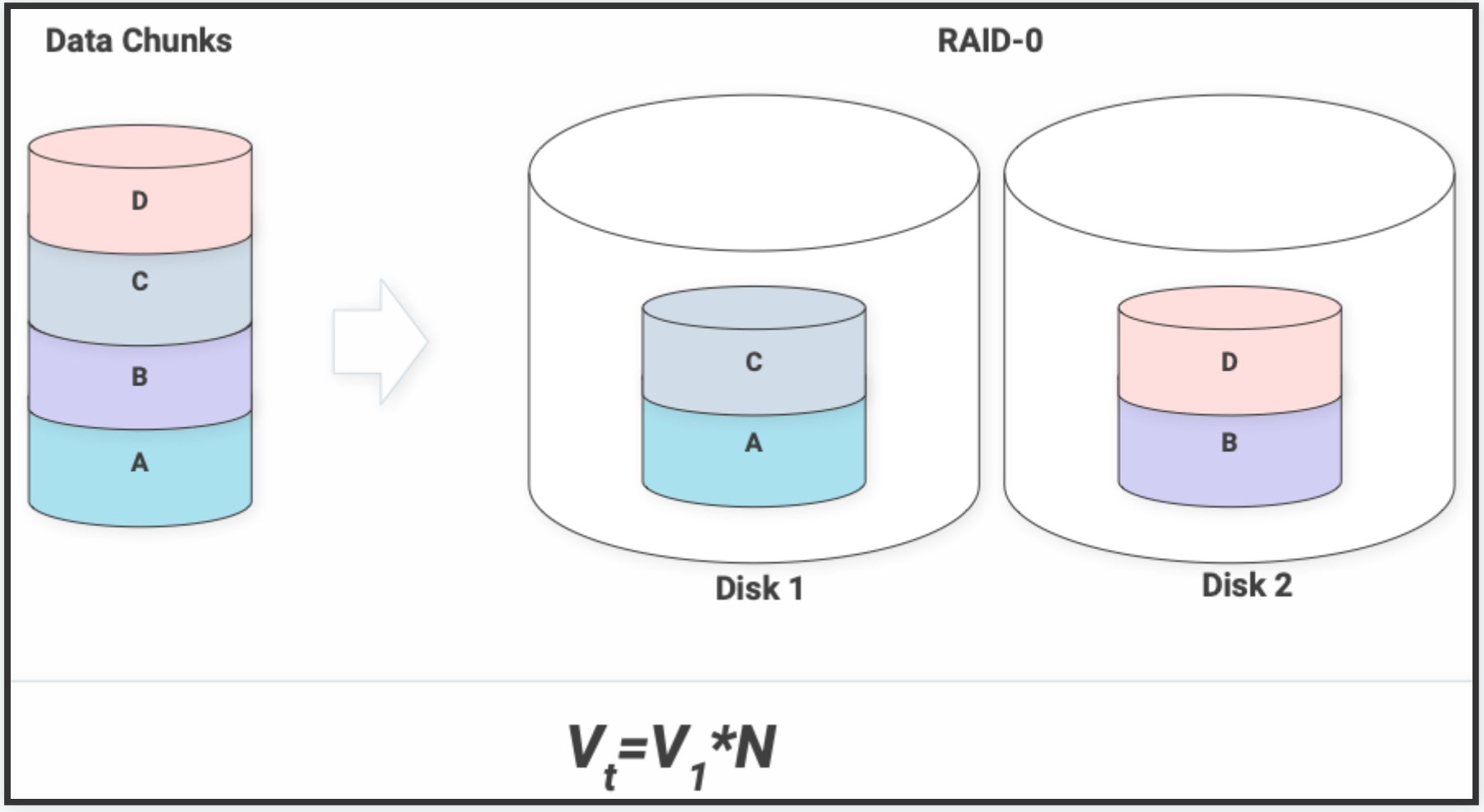
Преимущества

+ Бесплатно
+ Отсутствие привязки к конкретному железу
+ Прозрачность конфигурации
+ Примерно одинаковый интерфейс управления в любом linux.
+ Легкая переносимость между компьютерами.
+ Гибкость конфигурации

Недостатки

- Отсутствие BBU
- Отсутствие выделенного кэша
- Отсутствие службы поддержки :-)

RAID0

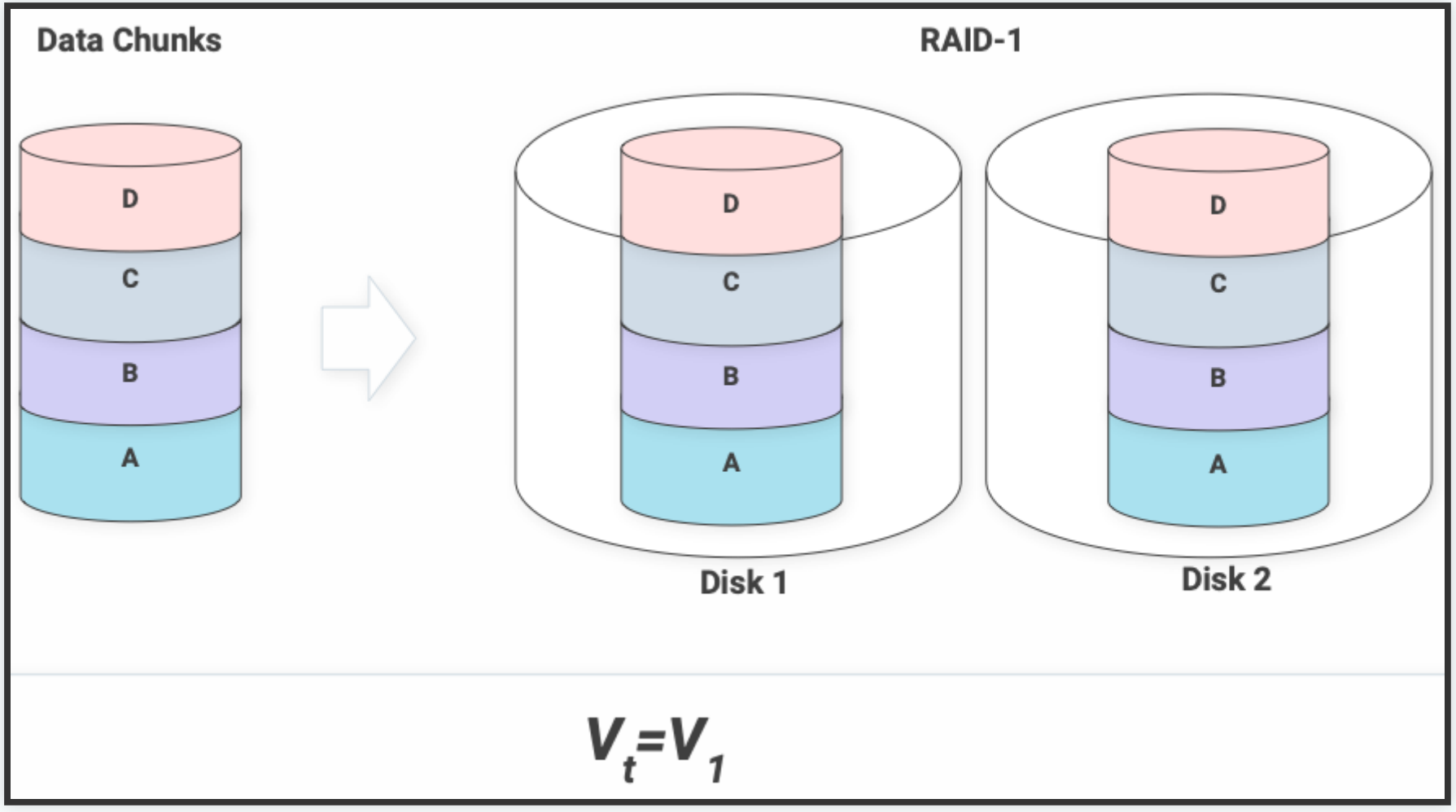


$$V_t = V_1 * N$$

RAID0

Преимущества	Недостатки
+ Самое быстрое чтение + Очень простой + Максимальная эффективность использования дискового пространства	- Не «настоящий» RAID, нет отказоустойчивости: отказ одного диска влечет за собой потерю всех данных массива

RAID1



RAID1

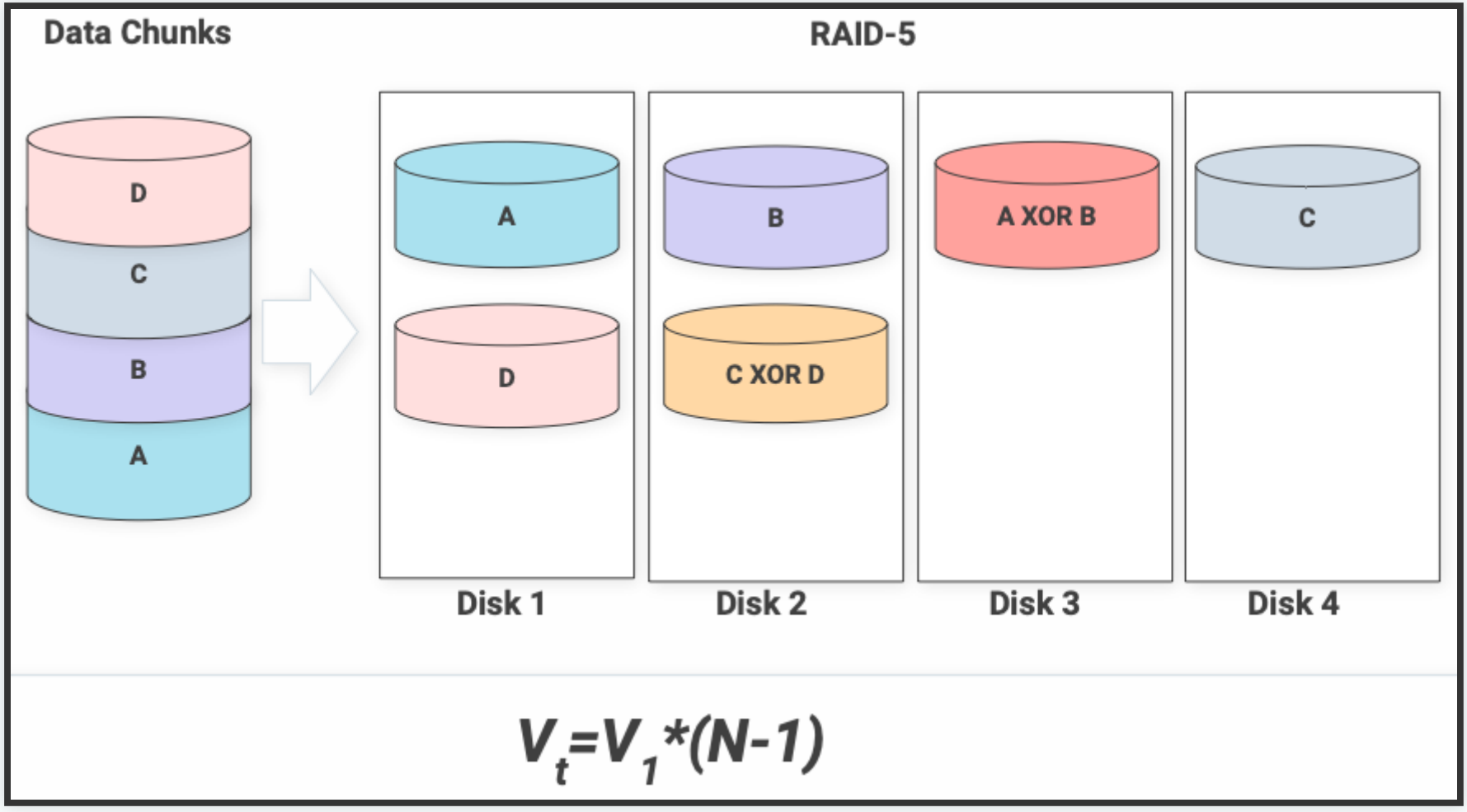
Преимущества

+ Простота реализации
+ Простота восстановления: перекопировать все данные с «выжившего» диска
+ Высокая скорость на чтение

Недостатки

- Высокая стоимость на единицу объема: 100% избыточность

RAID5



$$V_t = V_1 * (N-1)$$

RAID5

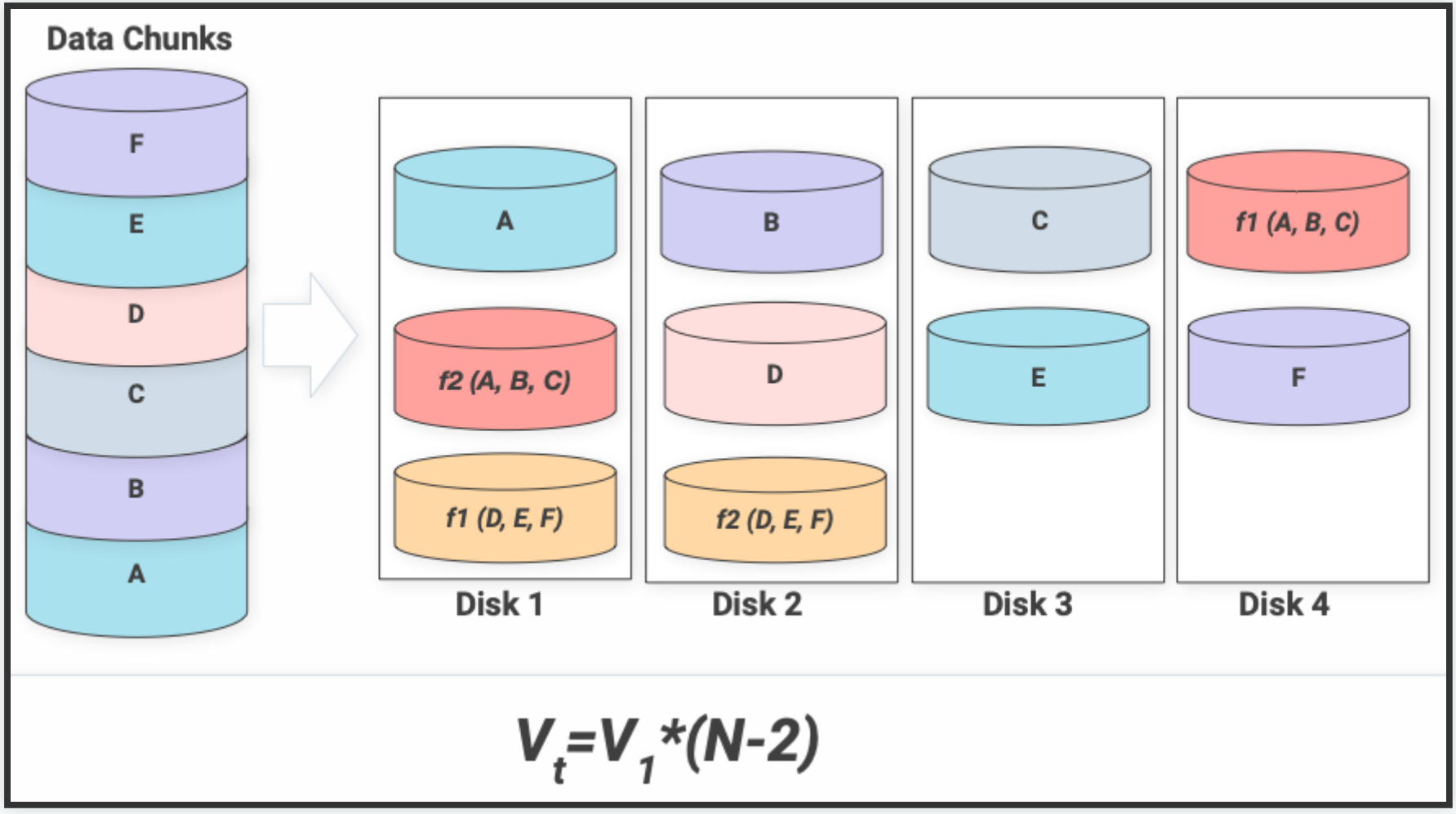
Преимущества

+ Высокая скорость записи данных
+ Достаточно высокая скорость чтения данных
+ Высокая производительность при большой интенсивности запросов чтения/записи данных
+ Малые накладные расходы для реализации избыточности

Недостатки

- Низкая скорость чтения/записи данных малого объема при единичных запросах
- Достаточно сложная реализация
- Сложное восстановление данных

RAID6



$$V_t = V_1 * (N-2)$$

RAID6

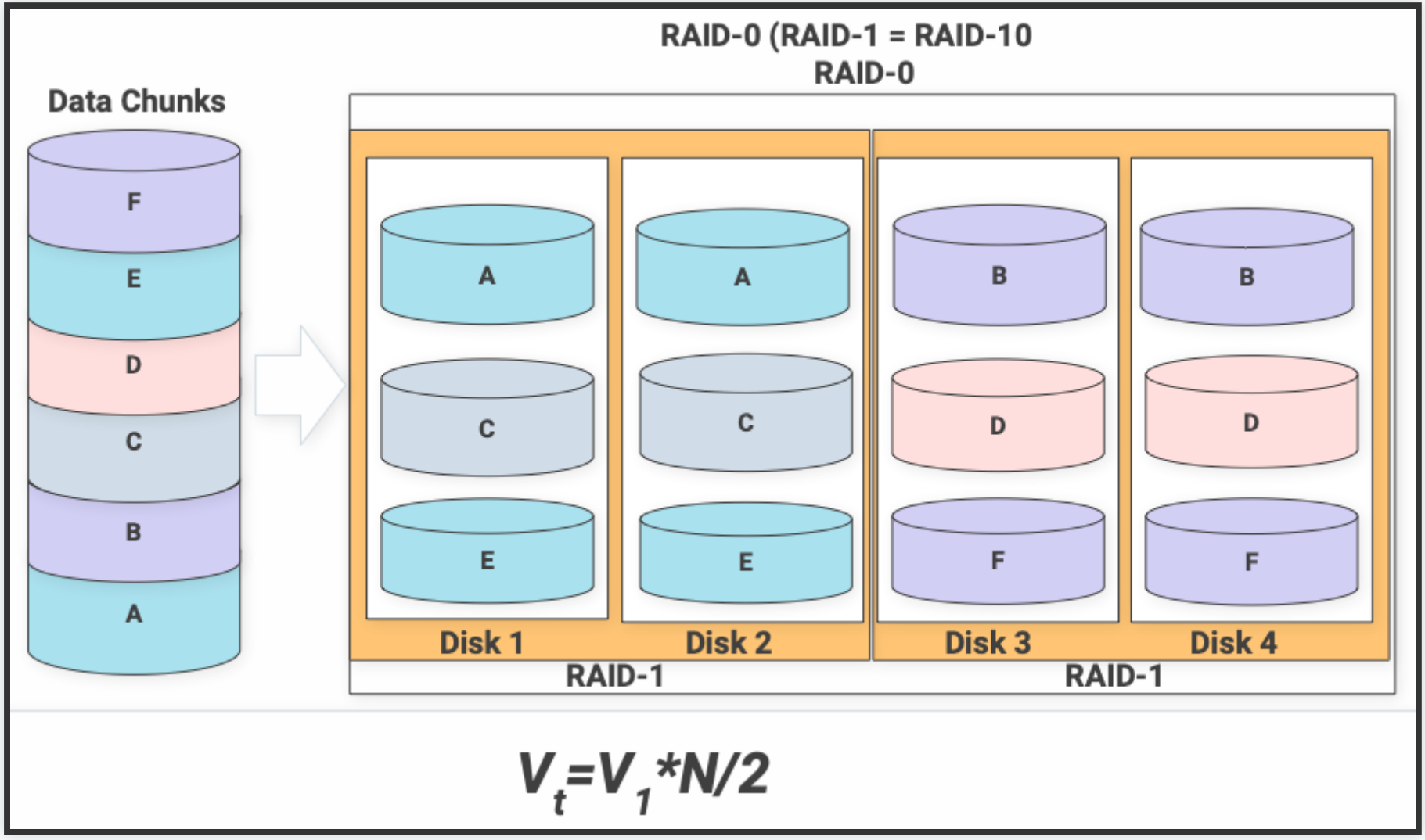
Преимущества

+ Высокая отказоустойчивость
+ Достаточно высокая скорость обработки запросов
+ Относительно малые накладные расходы для реализации избыточности

Недостатки

- Очень сложная реализация
- Сложное восстановление данных
- Очень низкая скорость записи данных

RAID10



$$V_t = V_1 * N/2$$

RAID10

Преимущества	Недостатки
+ Самая высокая отказоустойчивость + Самая высокая производительность + Сочетает в себе преимущества R0 и R1	- Двойная стоимость пространства

Маршрут вебинара

- Драйвера устройств
- Блочные устройства
  - Утилиты для администрирования дисков
  - Планировщики ввода/вывода (I/O Schedulers)
  - Создаем разделы
- Массив дисков
  - Типы RAID
- **Примеры обслуживания.**
  - Создаем RAID 1 уровня - зеркало.
  - Остановка и старт массива
  - Старт когда один диск полностью поврежден
  - Создаем RAID10, RAID5

Создание програмного RAID

На блочных устройствах

- тома LVM
- разделы (позволяют выравнять диски разных размеров)
- диски

Метаданные (superblock)

- 0.9, 1.0 - конец устройства (необходимо для загрузки в некоторых случаях)
- 1.1 - начало
- 1.2 - 4K от начала устройства

Создание програмного RAID

- Подготовка к созданию, “занулить суперблок”
  - `mdadm --zero-superblock $dev_list`
- Создание массива
  - `mdadm --create $raiddev -l $level -n $numdev $dev_list`
- Остановка массива
  - `mdadm --stop $raiddev`

Опции утилиты mdadm

- Информация о массиве
  - `mdadm --detail $raiddev`
- Информация о массиве
  - `cat /proc/mdstat`
- Генерация данных для конфигурационного файла
  - `mdadm --examine --scan`
  - `mdadm --detail --scan`

Файлы блочных устройств NVMe

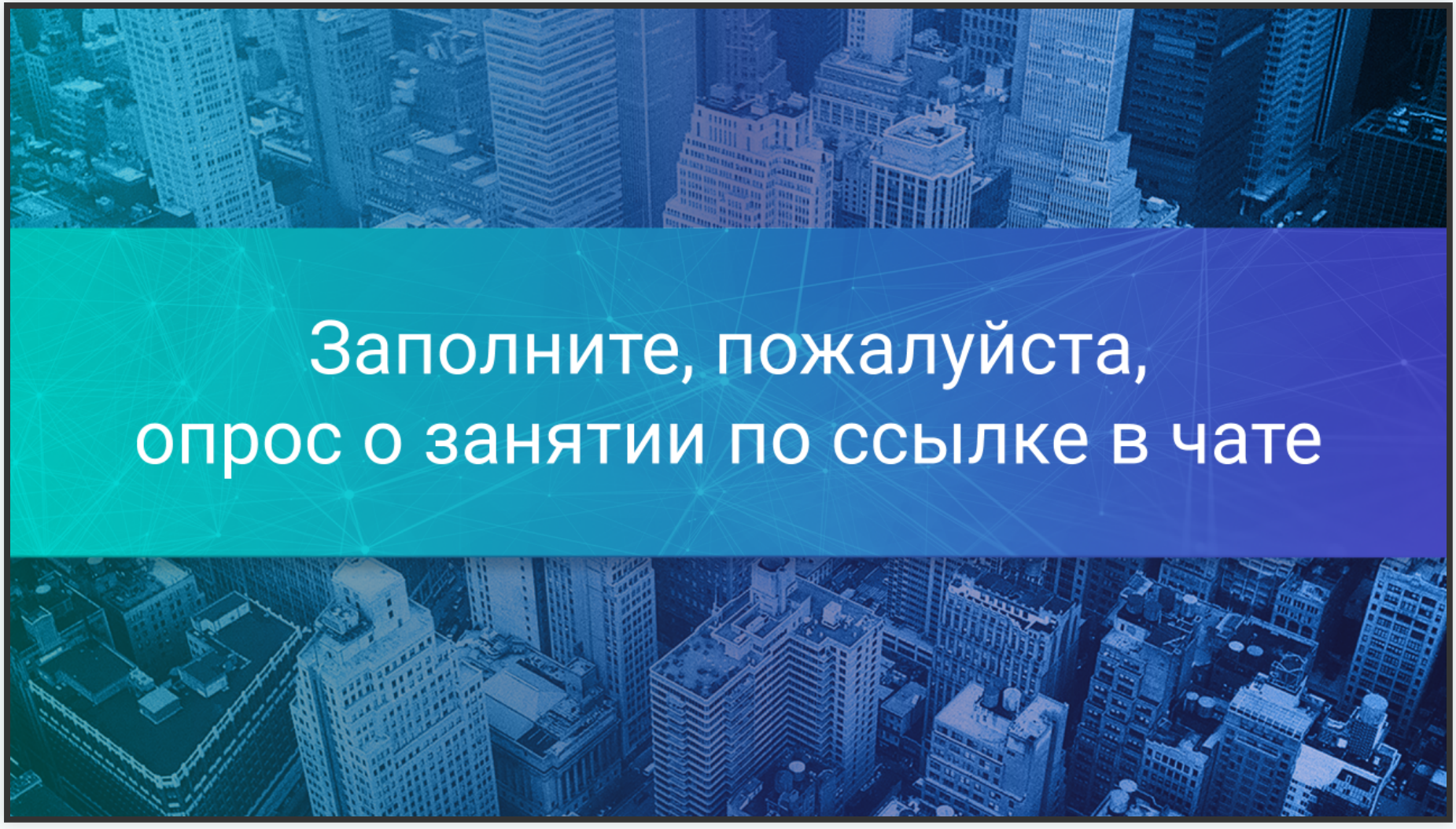
```
/dev/nvme0n1   # контроллер 0 устройство 1
/dev/nvme0n1p1 # контроллер 0 устройство 1 раздел 1
```

```
yum search nvme
yum install nvme-cli
nvme list  # покажет все устройства
nvme list-ns /dev/nvme0
```

Рефлексия

Отметьте 3 пункта, которые вам запомнились с вебинара

Что вы будете применять в работе из сегодняшнего вебинара?


Заполните, пожалуйста,
опрос о занятии по ссылке в чате