

**Алексей Казаков** Руководитель  
группы пресейл, RAIDIX

**Бриштен Павел** Руководитель  
направления R&D, AMUR

# Отказоустойчивые системы хранения данных

**AMUR и RAIDIX** испытание  
нагрузкой -демонстрация  
экстремального  
тестирования

# ПРОСТРАНСТВО

# Почему мы

Решения AMUR – надежный партнер на пути к стратегическому импортозамещению

- /// Высокая доля российских компонентов собственного производства
- /// Создание комплексных решений с использованием российского ПО
- /// Стратегия увеличения доли российских и реестровых компонентов, отвечающая ключевому направлению государственной политики



# Линейки серверного оборудования AMUR

От бюджетных до высокопроизводительных серверов



ИТ ПРО

## AMUR LUNA

Серверы Gen 3



В реестре Минпромторга

## AMUR TERRA

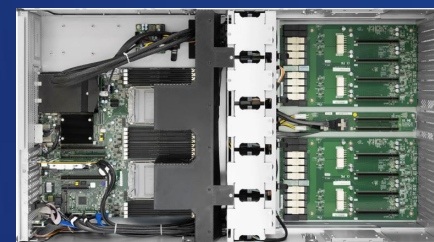
Серверы Gen 4/5



В реестре Минпромторга

## GPU-серверы

на базе серверов  
Gen 3 и Gen 4/5



В реестре Минпромторга

## СХД

на базе серверов  
Gen 3 и Gen 4/5



\*Q2 2026

# Сервер AMUR TERRA

Сервера Enterprise-level для крупного бизнеса

## Варианты использования:

- /// Виртуализация
- /// Бизнес-приложения
- /// Гиперконвергентные инфраструктуры (HCI)
- /// Управление большими базами данных (СУБД)
- /// Развертывание модели искусственного интеллекта (ИИ)
- /// Видеонаналитика
- /// Конвергентные системы (CI)
- /// ERP-системы
- /// Развертывание модели ИИ и рендеринг



## AMUR TERRA A02R 12S2S (12 дисков)



## AMUR TERRA A02R 24S2S (24 диска)



## AMUR TERRA A02R 24S12S2S (36 дисков)



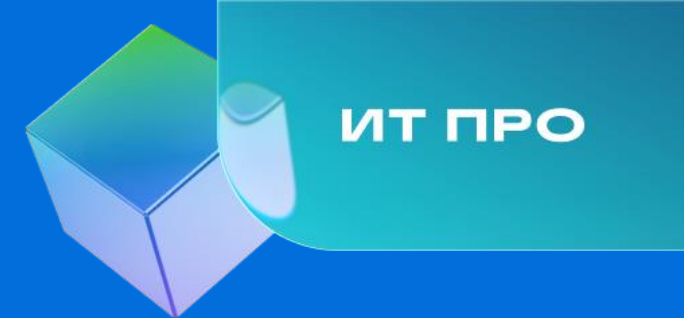
# Серверы начального уровня AMUR LUNA 1U/2U

Entry-level серверы для малого и среднего бизнеса

/// 2 x 3d Gen Intel Xeon Scalable

Для следующих задач

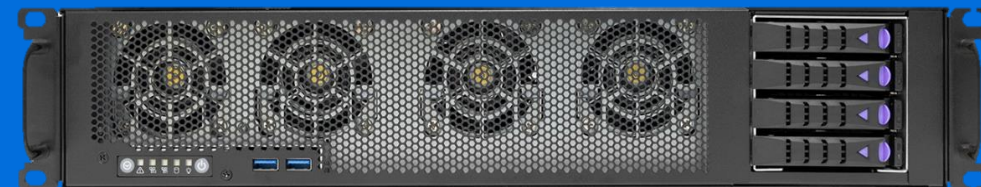
- /// Файловый сервер для небольшой компании
- /// Сервер резервного копирования.
- /// Почтовый сервер для небольшого офиса.
- /// Сервер приложений.
- /// Хост для виртуализации начального уровня.
- /// Веб-сервер для внутренних или некритично важных внешних
- /// Программно-определяемые сети.
- /// Мониторинг и анализ трафика



AMUR LUNA B02R 10S (1U, 10 дисков)



AMUR LUNA B02R 4SN 450  
(2U, 4 диска, гл. 45 см)



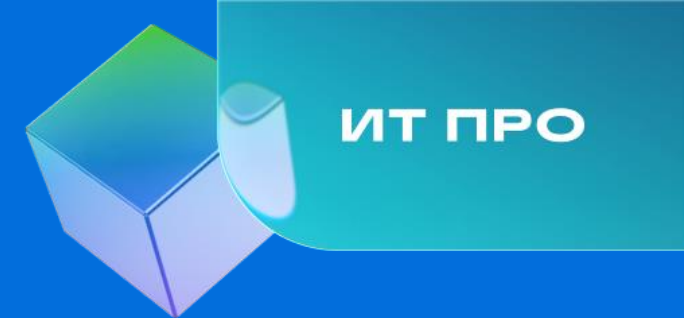
# Серверы корпоративного уровня AMUR LUNA 2U

Enterprise-level серверы для среднего  
и крупного бизнеса

/// 2 x 3d Gen Intel Xeon Scalable

## Для следующих задач

- /// Мощный хост для виртуализации с десятками виртуальных машин.
- /// Сервер баз данных для бизнес-приложений.
- /// Сервер приложений для тяжелых ERP и CRM-систем.
- /// Сервер для инженерных расчетов и рендеринга.
- /// Виртуализация (VDI) — разворот виртуальных рабочих столов для сотрудников
- /// Консолидация нескольких серверных ролей в одном физическом аппарате



AMUR LUNA B02R 12SN (2U, 12 дисков)



AMUR LUNA B02R 24SN (2U, 24 диска)



# Системы хранения данных AMUR NODE 4U

Двухнодовая СХД корпоративного уровня

/// 4U, 24 x 3,5" SATA/SAS

Для каждой ноды:

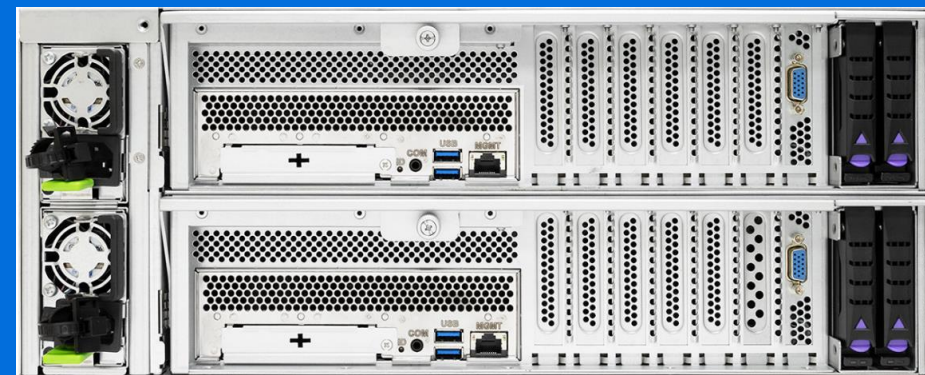
- /// 2 x 3d Gen Intel Xeon Scalable
- /// до 4096GB RDIMM DDR4 3200MHz
- /// 2 x M.2
- /// 2 x 2.5" hot swap rear
- /// 2 x 1200/1600Вт Platinum

Варианты использования:

- /// Масштабируемые системы хранения (Software-Defined Storage).
- /// Построение кластеров на базе Ceph, TrueNAS Scale, StarWind.
- /// Создание распределенных файловых систем для Big Data (Hadoop, etc.).
- /// Хранилище для архивных данных и резервных копий.
- /// Медиа-хранилища и видеоархивы.



AMUR NODE B04R 24S4N  
(4U, 24 диска, 2х-нодовый)



# Системы хранения данных AMUR NODE 4U

СХД корпоративного уровня с высокой плотностью дискового массива

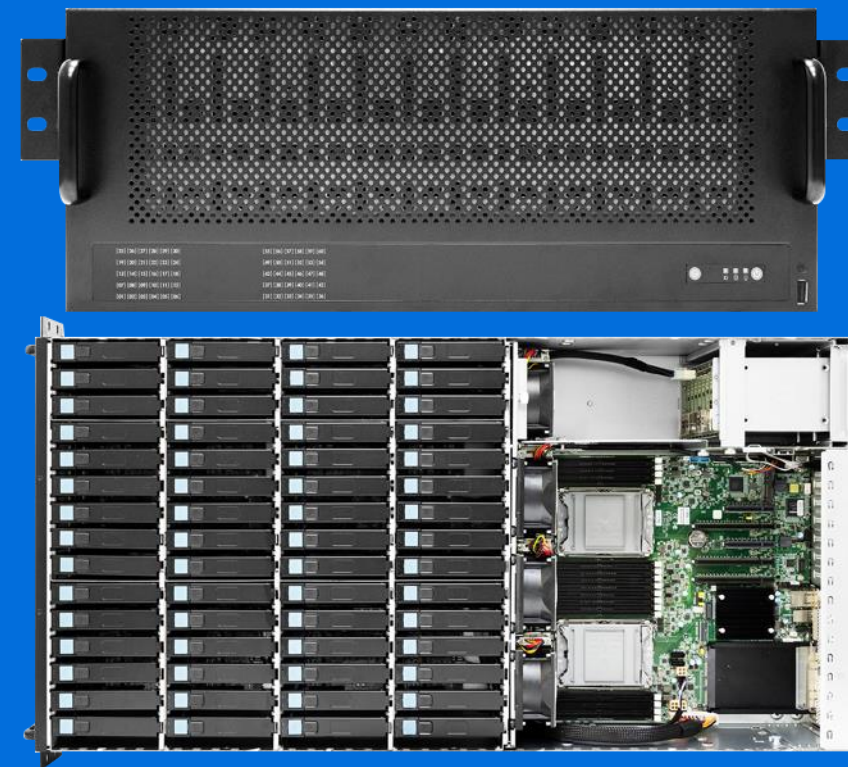
- /// 4U, 2 x 3d Gen Intel Xeon Scalable
- /// до 4096GB RDIMM DDR4 3200MHz
- /// 60 x 2,5" SATA 12G (35X)
- /// 2 x M.2
- /// 2 x 2.5" hot swap rear
- /// 2 x 1200/1600Вт Platinum

## Варианты использования:

- /// Масштабируемые системы хранения (Software-Defined Storage).
- /// Хранилище для архивных данных и резервных копий.
- /// Сервер баз данных для бизнес-приложений и ERP-систем.
- /// Файл-сервер высокой производительности для большого числа пользователей.



## AMUR NODE B04R 24S4N (4U, 24 диска, 2x-нодовый)



# GPU-сервер AMUR корпоративного уровня 4U

Enterprise-level GPU-сервер с поддержкой до восьми GPU-карт

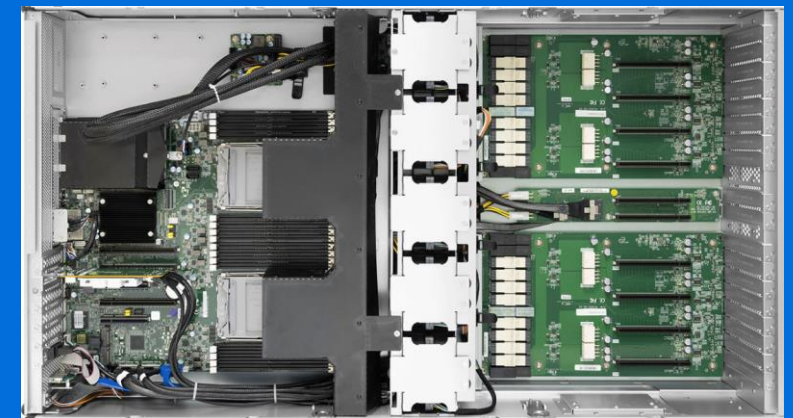
- /// 2 x 3d Gen Intel Xeon Scalable
- /// до 4096GB RDIMM DDR4 3200MHz
- /// 4 x NVMe + 8 x SAS/SATA
- /// 2 x M.2
- /// 8 x dual-slot GPU
- /// 2 x 2.5" hot swap rear
- /// 4 x 2000Вт Platinum возможна установка до 8 шт.  
GPU NVIDIA A100, H100

## Варианты использования:

- /// Инженерные расчеты (CAE), сложная 3D-визуализация и проектирование (CAD).
- /// Платформа для искусственного интеллекта и машинного обучения (AI/ML), анализа данных.
- /// Виртуализация (VDI).
- /// Профессиональный рендеринг (CGI, VFX).
- /// Научные исследования и симуляции.



**AMUR LUNA B02R 8S4N GPU  
(4U, 12 дисков, 8 GPU-карт)**



# Системы хранения данных AMUR VEX 4U

СХД корпоративного уровня с высокой плотностью дискового массива

- /// 2 x 4/5d Gen Intel Xeon Scalable до 8192GB RDIMM DDR5 5600MHz
- /// 24 x 2.5" SATA/SAS front
- /// 12 x 3.5" SATA/SAS rear
- /// 2 x M.2
- /// 2 x 2.5" hot swap rear
- /// 2 x 1600Вт Platinum

## Варианты использования:

- /// Масштабируемые системы хранения (Software-Defined Storage).
- /// Хранилище для архивных данных и резервных копий.
- /// Сервер баз данных для бизнес-приложений и ERP-систем.
- /// Файл-сервер высокой производительности для большого числа пользователей.



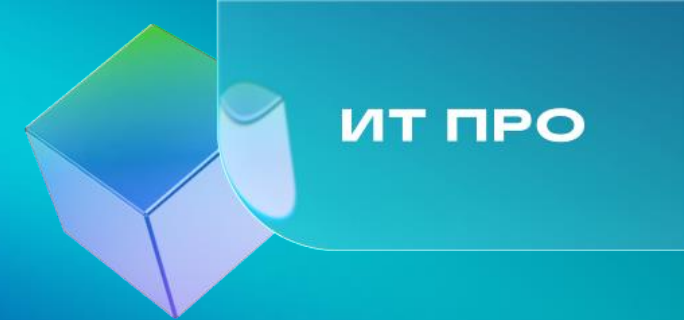
## AMUR VEX A02R 24S12S2S (4U, 36 дисков)



Высокопроизводительный сервер с гибкой архитектурой. Эффективная конфигурация вычислительных ресурсов и систем хранения.

Идеально подходит для сложных вычислений, виртуализации, работы с большими базами данных, работы с BigData и машинного обучения.

# Построение отказоустойчивой системы хранения данных



## Общая схема архитектуры (RAIDIX на серверах AMUR)



# Типы RAID



Мы используем RAID-собственной разработки

## GENERIC



### Generic

RAID 0

RAID 10

RAID 5/5i

RAID 6/6i

RAID 7.3/7.3i

RAID N+M/i

## ERA



### ERA

RAID 0

RAID 1

min 2

RAID 5

min 4

RAID 6

min 5

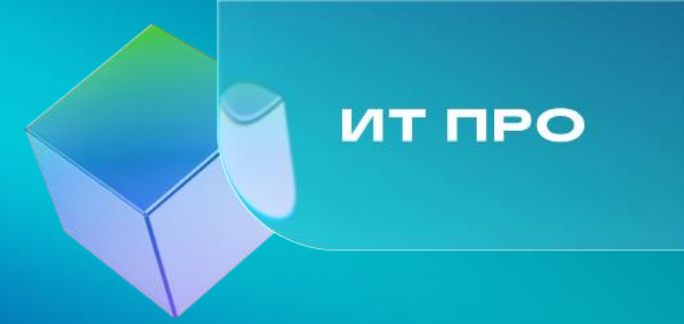
RAID 7.3

min 6

RAID N+M

min 8

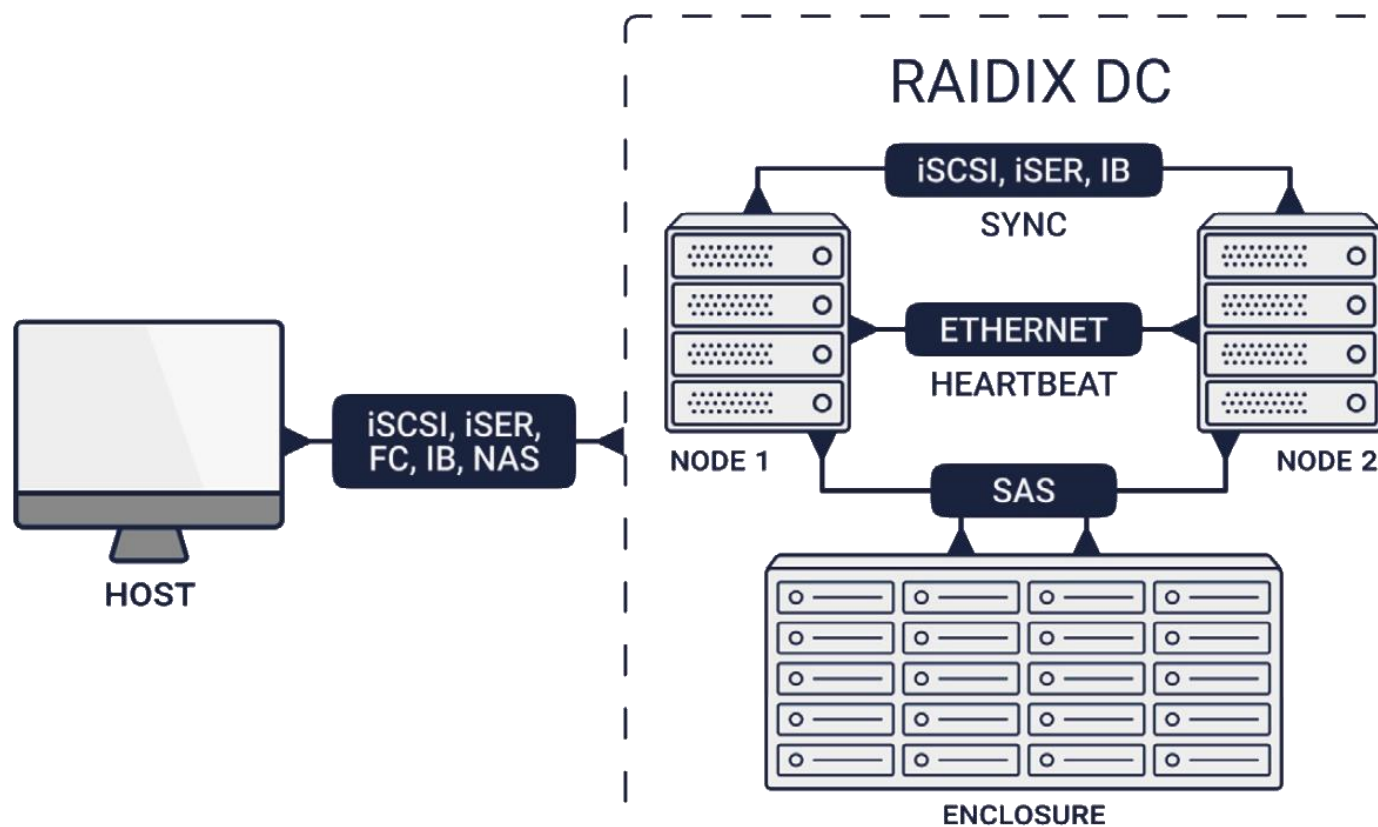
RAID 10/50/60/70



# Преимущества двухконтрольной конфигурации RAIDIX на серверах AMUR для Enterprise

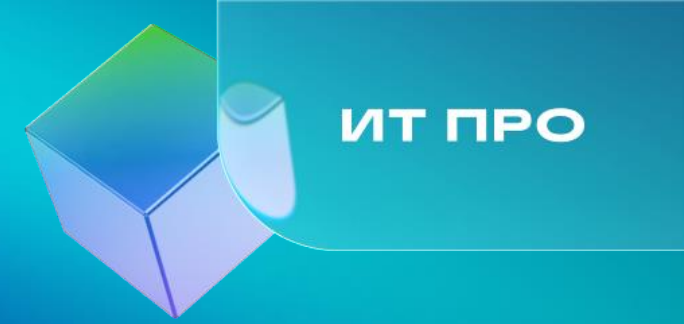
# Двухконтроллерная система

- /// Два независимых сервера (контроллера) с ПО RAIDIX
- /// Общий пул дисков в JBOD (дисковых полках)
- /// Высокая доступность (HA) и отказоустойчивость на уровне узлов





# Отказоустойчивость в действии: ALUA, failover, degraded-режим



# DC-система: штатный режим

Стандартный режим работы:  
балансировка, гибкость и независимость

- /// Режим Active-Active / балансировка нагрузки
- /// Поддержка разных типов дисков (NVMe, SAS, SATA) в одной системе
- /// Отсутствие вендор-лока (свобода выбора оборудования)

# Демонстрация нагрузки



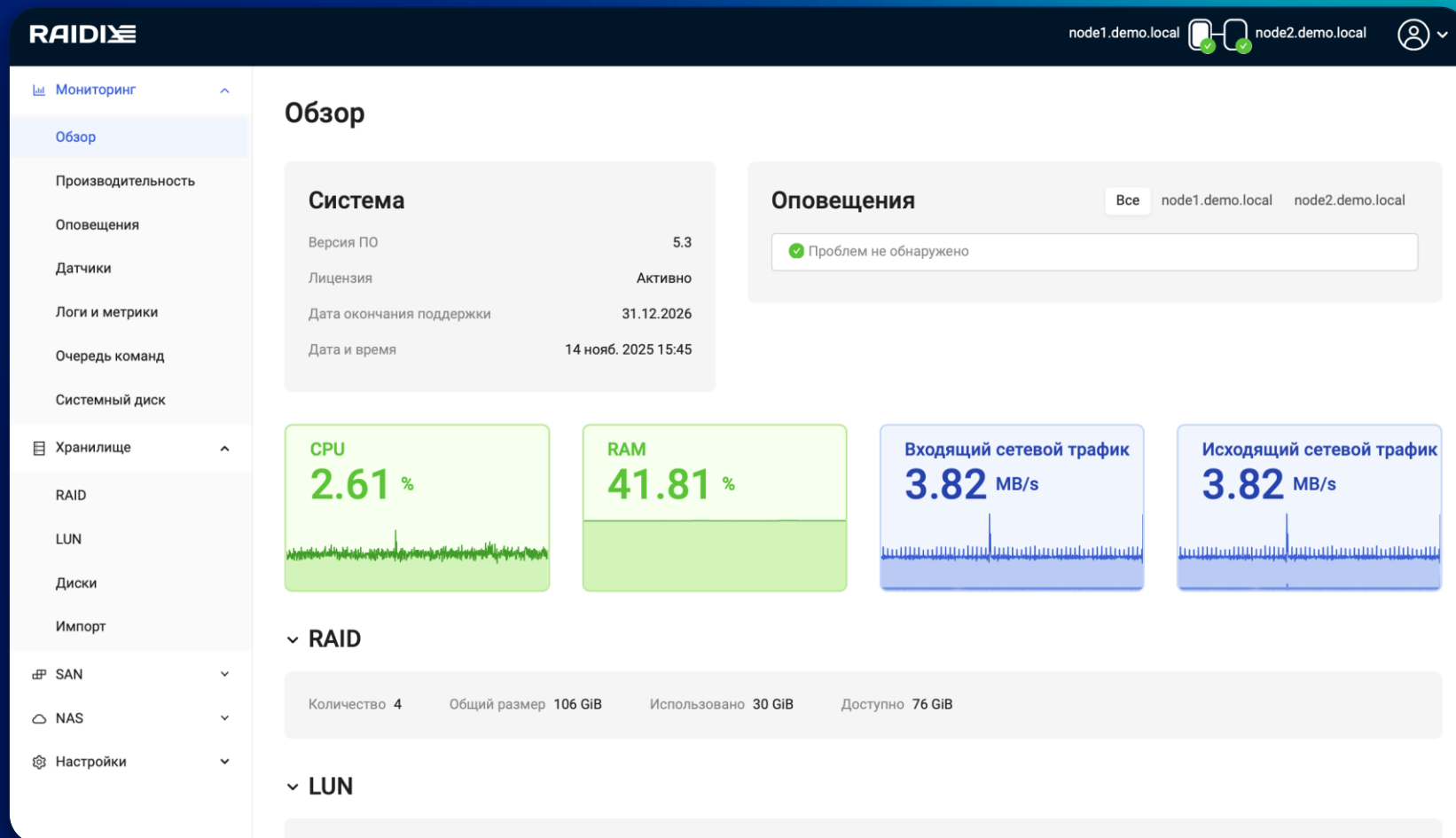
/// Новый UI

/// Детальный мониторинг нагрузки

/// Расширенный API

/// Поддержка сетевых ИБП

/// Переработанные алгоритмы работы с RAID

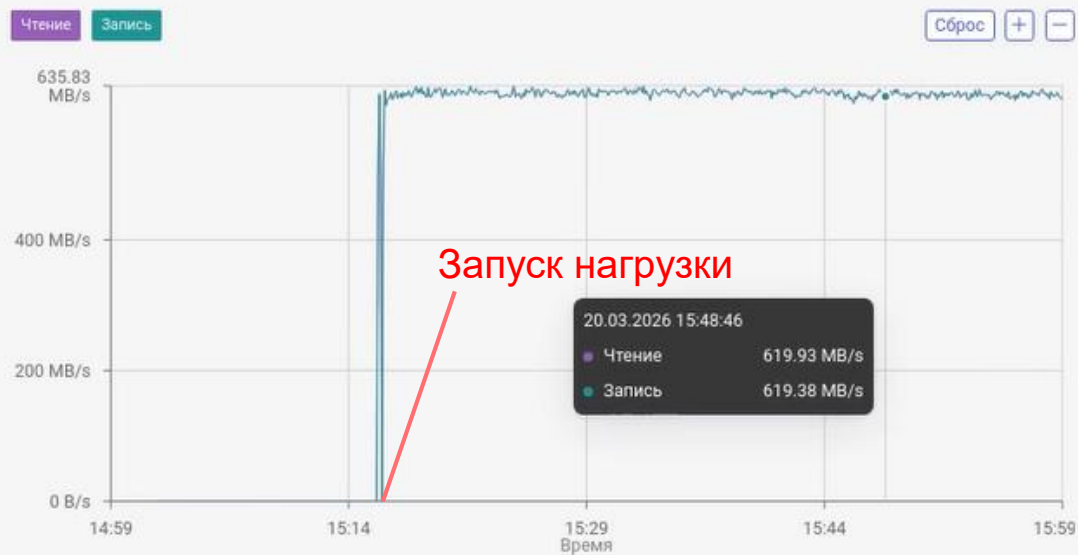


# Демонстрация нагрузки

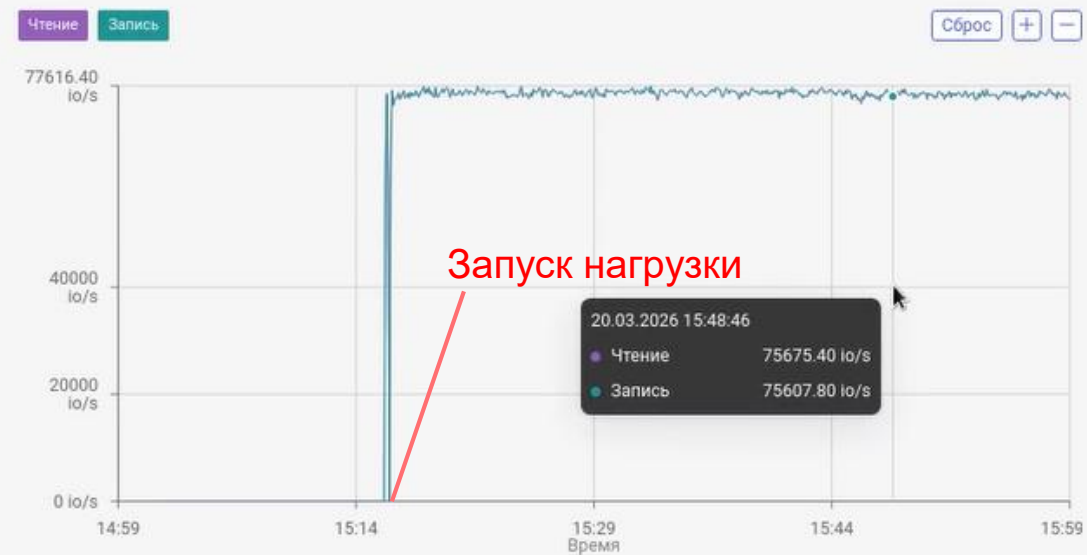


Показаны производительность RAID, после запуска на инициаторе нагрузки

## Скорость передачи данных



## IOPS



# Рестрайпинг



## Увеличение емкости в созданном рейде путем добавления диска

Показаны текущий размер рейда и количество дисков.  
Текущий размер 9 дисков

**Параметры** [Изменить](#)

Контроллер `node1` Тип `ERA` Уровень `7.3` Диски `9` Размер RAID `5 759,55 GB` Доступно `0 GB` Размер стрипа `16,38 KB` Резервный набор `-` [Показать всё](#)

текущий размер RAID-массива и количество дисков

Фоновое сканирование целостности `Не настроено` [Настроить](#)

^ LUN

Поиск... [+ Создать LUN](#)

Имя	ID	Серийный номер	Контроллер	RAID	Размер	Тип	SSD-кэш	
LunTe7_3	1	oYOQliaOoBPEZzaEtvDOjapH...	node1	RaidTe7_3	5 759,55 GB	SCSI	Выключено	<span>✓</span> ⋮

# Рестрайпинг



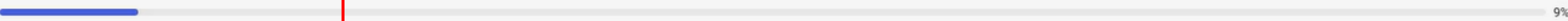
## Увеличение емкости в созданном рейде путем добавления диска

Показан процесс масштабирования RAID-массива, без остановки работы СХД и потери доступа к данным

**Параметры** Изменить

Контроллер `node1` Тип `ERA` Уровень `7.3` Диски `10` Размер RAID `5 759,55 GB` Доступно `0 GB` Размер стрипа `16,38 KB` Резервный набор `-` Показать всё

**Рестрайпинг** Рестрайпинг Остановить

 9%

Уровень `7.3` → `7.3` Размер `8940 GiB` → `9834 GiB`

**Фоновое сканирование целостности** Не настроено Настроить

^ LUN

# Рестрайпинг



## Увеличение емкости в созданном рейде путем добавления диска

Показан итог добавления диска к RAID-массиву.  
Итоговый размер 10 дисков

**Параметры** Изменить

Контроллер `node1` Тип `ERA` Уровень `7.3` Диски `10` Размер RAID `6 719,48 GB` Доступно `959,93 GB` Размер стрипа `16,38 KB` Резервный набор `-` Показать всё

Фоновое сканирование целостности `Не настроено` Настроить

**LUN** + Создать LUN

Поиск...

Имя	ID	Серийный номер	Контроллер	RAID	Размер	Тип	SSD-кэш	
LunTe7_3	1	oY0QliaOoBPEZzaEtvDOjapH...	node1	RaidTe7_3	5 759,55 GB	SCSI	Выключено	<span>✓</span> ⋮

# Индикация



## Включение индикации дисков входящих в RAID-массив

^ Диски

Поиск...

Включить LED-индикацию дисков RAID

Имя	UID	Серийный номер	Слот	Тип	Объём	Назначение	
sdb	3	S6M1NA0YA08684	1	SSD	960,2 GB	RAID RaidTe7_3	✓
sdc	10	S6M1NA0YA08694	0	SSD	960,2 GB	RAID RaidTe7_3	✓

## Включение индикации дисков корзины (общая и адресная)

Диски

Список дисков | Параметры дисков | Резервные наборы

^ AIC 12G 2U24SAS3swap2

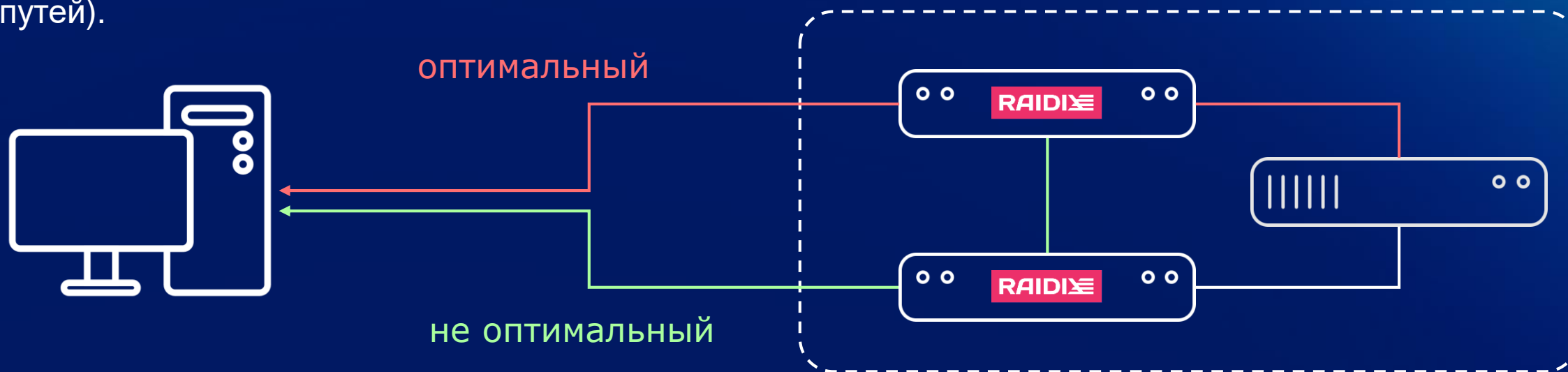
Выключить LED-индикацию корзины ID 50015b2140b9f8bf Версия 0c01

Всего	RAID	Доступные
12 11 522,37 GB	10 9 601,97 GB	2 1 920,39 GB

# Отказоустойчивость ALUA

Стандарт который позволяющий хосту (серверу) различать оптимальные и неоптимальные пути доступа к LUN в двухконтроллерных СХД.

- /// Оптимальные пути — через контроллер, который является владельцем тома (используется в штатном режиме).
- /// Неоптимальные пути — через партнёрский контроллер (активируются при потере оптимальных путей).



# Отказоустойчивость

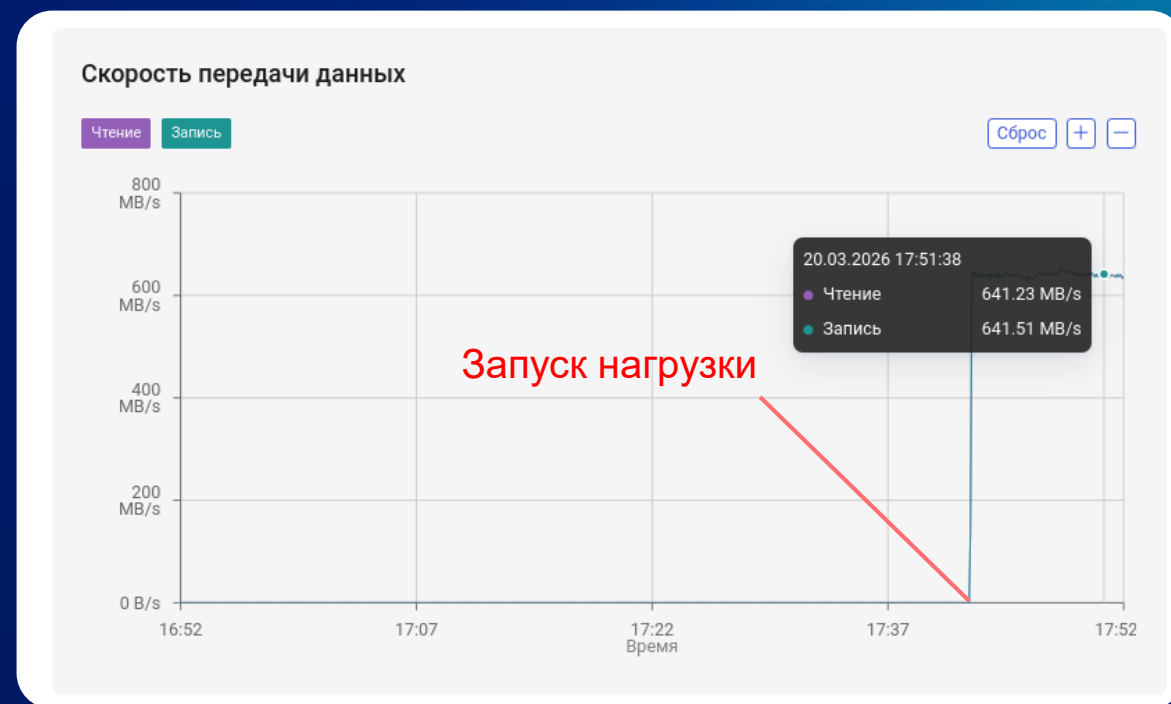


Определить оптимальные пути доступа к LUN (томам)

СХД развёрнута в двухконтроллерной конфигурации, на каждом контроллере настроены сетевые интерфейсы для доступа по iSCSI.

Инициатор подключён к обоим контроллерам, на нём настроен multipath с поддержкой ALUA.

На инициаторе запущен тест нагрузки, который непрерывно читает/пишет на LUN, экспортируемый СХД.



# Отказоустойчивость



## Определить оптимальные пути доступа к LUN (томам)

```
user@redos:~  
Файл Правка Вид Поиск Терминал Справка  
|- 24:0:0:1 sdo 8:224 active ghost running  
`- 23:0:0:1 sdn 8:208 active ghost running  
[user@localhost ~]$ sudo multipath -ll  
[sudo] пароль для user:  
Попробуйте ещё раз.  
[sudo] пароль для user:  
Mar 20 17:55:10 | sda: prio = const (setting: emergency fallback - alua failed)  
mpathc (3600605b00cfeafb0314acbfa038ee8ec) dm-3 AVAGO,MR9361-8i  
size=1.4T features='1 queue_if_no_path' hwhandler='0' wp=rw  
`-- policy='service-time 0' prio=1 status=active  
`- 3:2:0:0 sda 8:0 active ready running  
mpathe (26f594f516c69614f) dm-4 Raidix,LunTe7_3  
size=5.2T features='1 queue_if_no_path' hwhandler='1 alua' wp=rw  
|-- policy='round-robin 0' prio=50 status=active  
| |- 17:0:0:1 sdh 8:112 active ready running  
| |- 19:0:0:1 sdj 8:144 active ready running  
| |- 20:0:0:1 sdk 8:160 active ready running  
| `-- 18:0:0:1 sdi 8:128 active ready running  
`-- policy='round-robin 0' prio=10 status=enabled  
|- 22:0:0:1 sdm 8:192 active ready running  
|- 21:0:0:1 sdl 8:176 active ready running  
|- 24:0:0:1 sdo 8:224 active ready running  
`- 23:0:0:1 sdn 8:208 active ready running  
[user@localhost ~]$
```

Штатная работа с разделением путей на оптимальные и неоптимальные

```
user@redos:~  
Файл Правка Вид Поиск Терминал Справка  
`-- policy='round-robin 0' prio=10 status=enabled  
|- 22:0:0:1 sdm 8:192 active ready running  
|- 21:0:0:1 sdl 8:176 active ready running  
|- 24:0:0:1 sdo 8:224 active ready running  
`- 23:0:0:1 sdn 8:208 active ready running  
[user@localhost ~]$ sudo multipath -ll  
Mar 20 17:57:18 | sda: prio = const (setting: emergency fallback - alua failed)  
mpathc (3600605b00cfeafb0314acbfa038ee8ec) dm-3 AVAGO,MR9361-8i  
size=1.4T features='1 queue_if_no_path' hwhandler='0' wp=rw  
`-- policy='service-time 0' prio=1 status=active  
`- 3:2:0:0 sda 8:0 active ready running  
mpathe (26f594f516c69614f) dm-4 Raidix,LunTe7_3  
size=5.2T features='1 queue_if_no_path' hwhandler='1 alua' wp=rw  
|-- policy='round-robin 0' prio=0 status=active  
| |- 17:0:0:1 sdh 8:112 active i/o pending running  
| |- 19:0:0:1 sdj 8:144 active i/o pending running  
| |- 20:0:0:1 sdk 8:160 active i/o pending running  
| `-- 18:0:0:1 sdi 8:128 active i/o pending running  
`-- policy='round-robin 0' prio=10 status=enabled  
|- 22:0:0:1 sdm 8:192 active ready running  
|- 21:0:0:1 sdl 8:176 active ready running  
|- 24:0:0:1 sdo 8:224 active ready running  
`- 23:0:0:1 sdn 8:208 active ready running  
[user@localhost ~]$
```

Произошло отключение сетевого интерфейса на одном из контроллеров

# Отказоустойчивость



## Определить оптимальные пути доступа к LUN (томам)

```
user@redos:~  
Файл  Правка  Вид  Поиск  Терминал  Справка  
`-- policy='round-robin 0' prio=10 status=enabled  
|- 22:0:0:1 sdm 8:192 active ready running  
|- 21:0:0:1 sdl 8:176 active ready running  
|- 24:0:0:1 sdo 8:224 active ready running  
`- 23:0:0:1 sdn 8:208 active ready running  
[user@localhost ~]$ sudo multipath -ll  
Mar 20 17:58:26 | sda: prio = const (setting: emergency fallback - alua failed)  
mpathc (3600605b00cfeafb0314acbfa038ee8ec) dm-3 AVAGO,MR9361-8i  
size=1.4T features='1 queue_if_no_path' hwhandler='0' wp=rw  
`-- policy='service-time 0' prio=1 status=active  
`- 3:2:0:0 sda 8:0 active ready running  
mpathe (26f594f516c69614f) dm-4 Raidix,LunTe7_3  
size=5.2T features='1 queue_if_no_path' hwhandler='1 alua' wp=rw  
|-- policy='round-robin 0' prio=0 status=enabled  
| |- 17:0:0:1 sdh 8:112 failed faulty running  
| |- 19:0:0:1 sdj 8:144 failed faulty running  
| |- 20:0:0:1 sdk 8:160 failed faulty running  
| `-- 18:0:0:1 sdi 8:128 failed faulty running  
`-- policy='round-robin 0' prio=10 status=active  
|- 22:0:0:1 sdm 8:192 active ready running  
|- 21:0:0:1 sdl 8:176 active ready running  
|- 24:0:0:1 sdo 8:224 active ready running  
`- 23:0:0:1 sdn 8:208 active ready running  
[user@localhost ~]$
```

Спустя время, по истечению таймаута, оптимальные пути перешли в состояние failed faulty.

```
user@redos:~  
Файл  Правка  Вид  Поиск  Терминал  Справка  
`-- policy='round-robin 0' prio=10 status=enabled  
|- 22:0:0:1 sdm 8:192 active ready running  
|- 21:0:0:1 sdl 8:176 active ready running  
|- 24:0:0:1 sdo 8:224 active ready running  
`- 23:0:0:1 sdn 8:208 active ready running  
[user@localhost ~]$ sudo multipath -ll  
Mar 20 17:57:18 | sda: prio = const (setting: emergency fallback - alua failed)  
mpathc (3600605b00cfeafb0314acbfa038ee8ec) dm-3 AVAGO,MR9361-8i  
size=1.4T features='1 queue_if_no_path' hwhandler='0' wp=rw  
`-- policy='service-time 0' prio=1 status=active  
`- 3:2:0:0 sda 8:0 active ready running  
mpathe (26f594f516c69614f) dm-4 Raidix,LunTe7_3  
size=5.2T features='1 queue_if_no_path' hwhandler='1 alua' wp=rw  
|-- policy='round-robin 0' prio=0 status=active  
| |- 17:0:0:1 sdh 8:112 active i/o pending running  
| |- 19:0:0:1 sdj 8:144 active i/o pending running  
| |- 20:0:0:1 sdk 8:160 active i/o pending running  
| `-- 18:0:0:1 sdi 8:128 active i/o pending running  
`-- policy='round-robin 0' prio=10 status=enabled  
|- 22:0:0:1 sdm 8:192 active ready running  
|- 21:0:0:1 sdl 8:176 active ready running  
|- 24:0:0:1 sdo 8:224 active ready running  
`- 23:0:0:1 sdn 8:208 active ready running  
[user@localhost ~]$
```

Полное восстановление штатной топологии ALUA

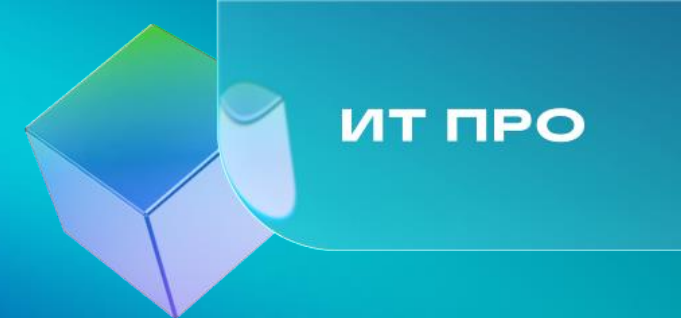
# Частичная реконструкция

## Перенос дисков из слота-в-слот на «горячую» с быстрой реконструкцией

Технология, при которой после извлечения диска система отслеживает только изменённые блоки данных.

При возврате диска восстанавливаются именно эти блоки

- /// Восстановление до 2000 раз быстрее полного ребилда
- /// Время восстановления: минуты вместо часов или суток
- /// Минимальное влияние на производительность СХД
- /// Безопасная перестановка дисков между слотами и JBOD без остановки работы





# Частичная реконструкция

Перенос дисков из слота-в-слот на «горячую» с быстрой реконструкцией

Скорость передачи данных

Чтение **Запись**

Реконструкция

Сброс + -

Возврат диска

Извлечение диска



IOPS

Чтение **Запись**

Реконструкция

Сброс + -

Возврат диска

Извлечение диска



# Отказоустойчивость при неисправности контроллера

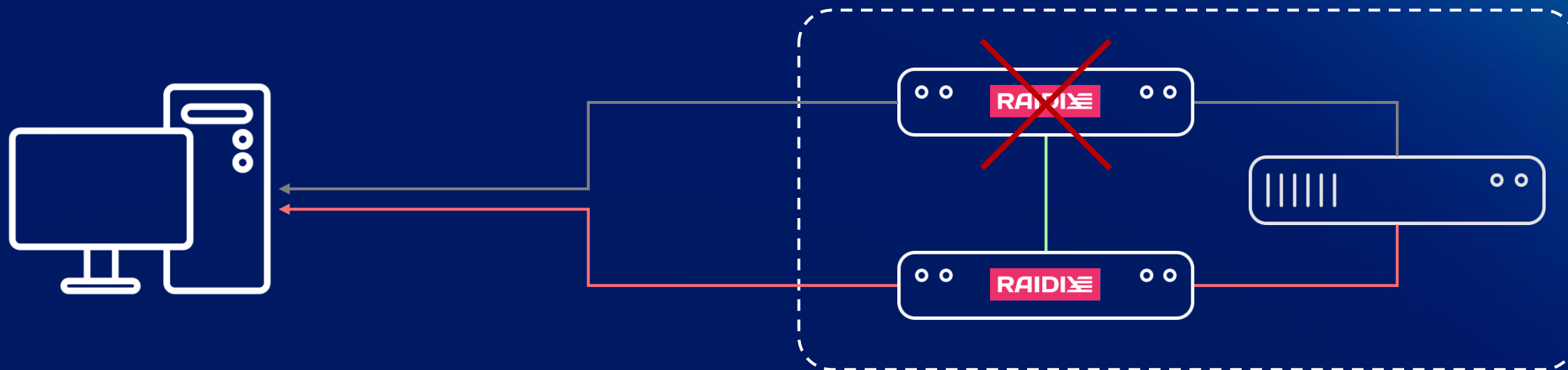
Режим автоматического переключения нагрузки при отказе узла

/// Потери данных нет — кэш синхронизирован

/// Бесперебойность для приложений и пользователей

/// Непрерывность работы при отказе оборудования

/// Высокая доступность (HA) в корпоративной среде



# Failover



## Автоматическое переключение и возврат контроллера при сбое

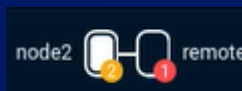
1. Штатный режим: нагрузка распределена, оба узла активны



2. Сбой узла 1: узел 2 забирает всю нагрузку



3. Восстановление: узел 1 возвращается, синхронизируется, система возвращается в штатное состояние

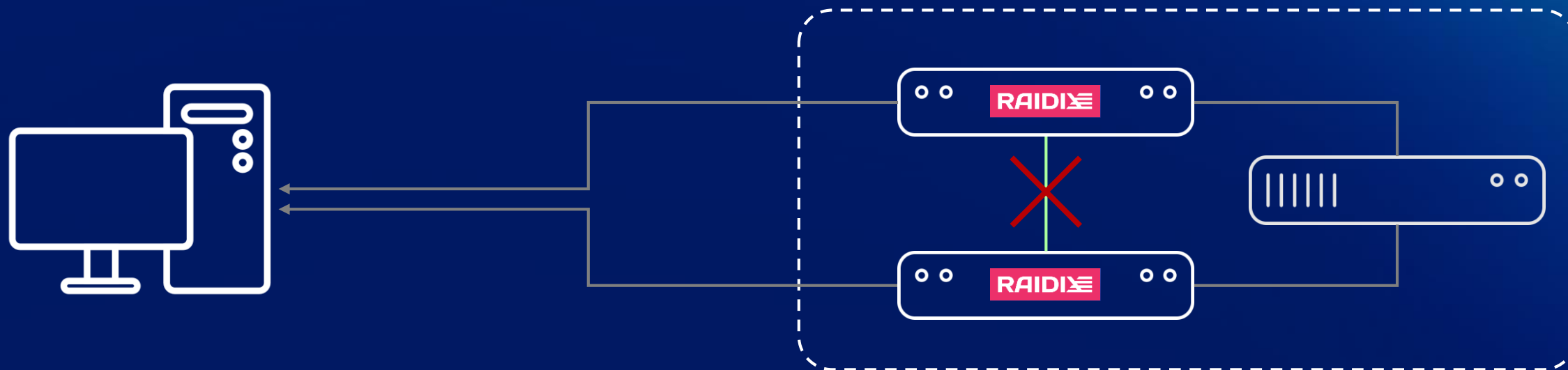


Failover — механизм, при котором отказавший контроллер автоматически исключается из кластера, а его нагрузка бесшовно передаётся на рабочий

# Отказоустойчивость при отказе каналов синхронизации

Режим сохранения работоспособности при отказе каналов связи (heartbeat или канал синхронизации данных) между узлами

- /// Система остаётся работоспособной даже при частичной деградации каналов синхронизации
- /// Отказ канала данных не приводит к остановке доступа

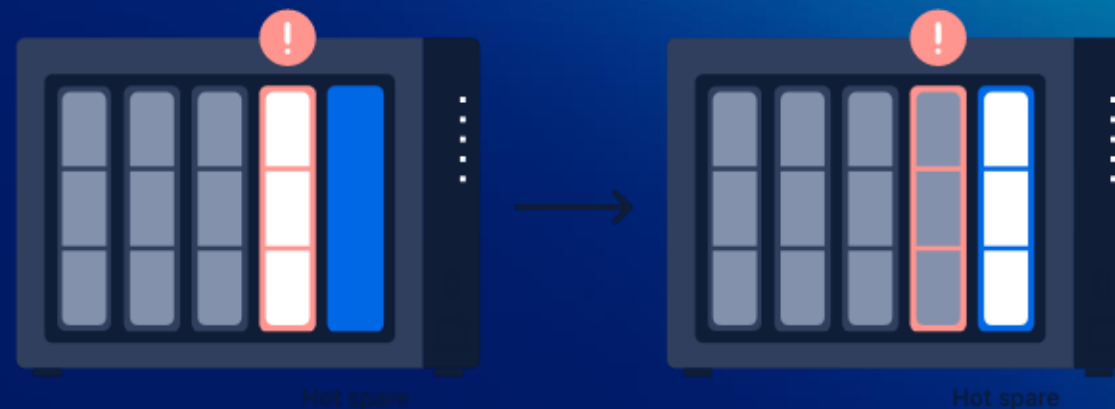


# Degraded-режим

## Работа с отказавшим диском и восстановление массива

Режим, при котором один или несколько дисков вышли из строя, но массив продолжает работать за счёт избыточности (чётность / зеркала)

- /// Массив работает, несмотря на отказ диска
- /// Чтение – из чётности / зеркал
- /// Запись – с пересчётом чётности
- /// Быстрая реконструкция после замены диска
- /// Без остановки доступа к данным



# Degraded-режим

## Работа с отказавшим диском и восстановление массива

1. Штатный режим: система работает штатно, нагрузка стабильна
2. Извлечение одного диска из JBOD Массив переходит в degraded-режим
3. Возврат производительности в штатный режим



Degraded-режим, работа при отказе одного или нескольких дисков в массиве  
При этом массив не теряет работоспособности, но теряет избыточность



ИТ ПРО

# Упреждающая реконструкция

ИТ ПРО

Система автоматически исключает из операций чтения самые медленные диски массива, восстанавливая их данные из контрольных сумм «на лету»

- /// Выявление медленных дисков
- /// Обход их при чтении
- /// Восстановление данных из контрольных сумм
- /// Скорость чтения — как у самых быстрых дисков





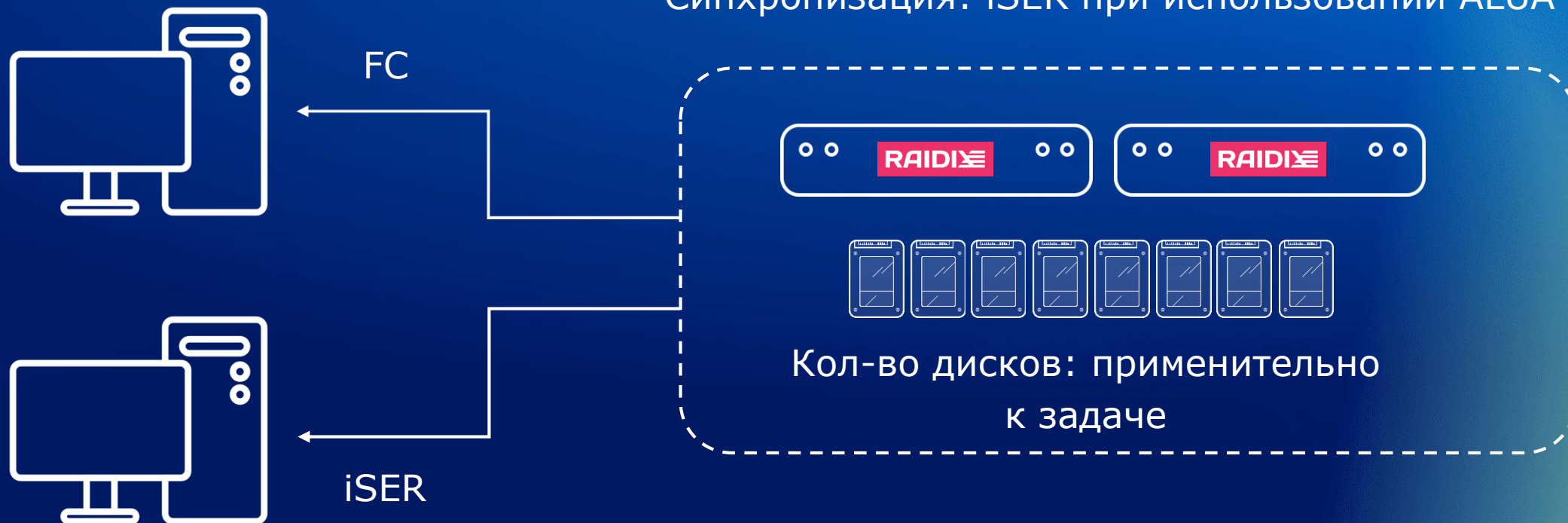
# Пример сценария использования

# Сценарии: Базы Данных

ИТ ПРО

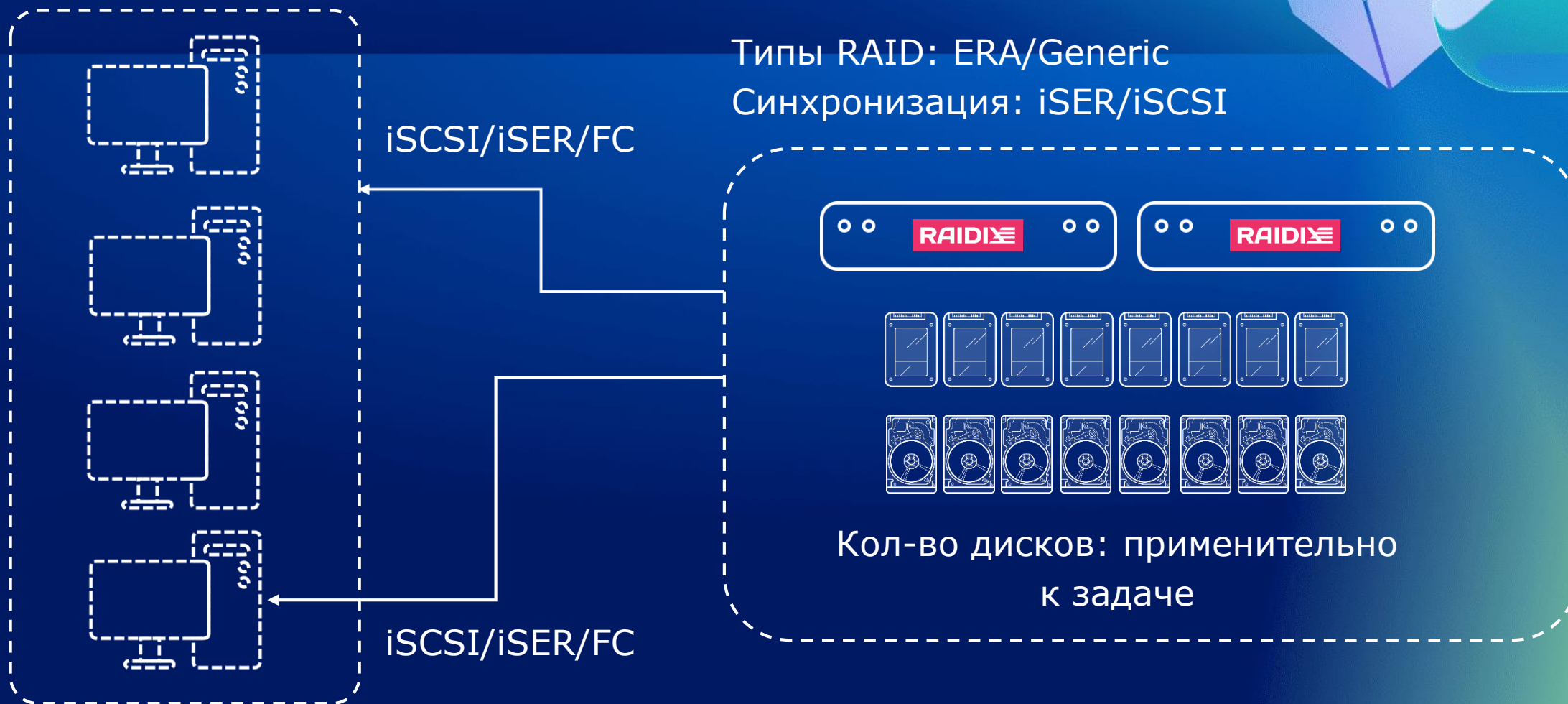
Типы RAID: ERA

Синхронизация: iSER при использовании ALUA



# Сценарии: Виртуализация

ИТ ПРО



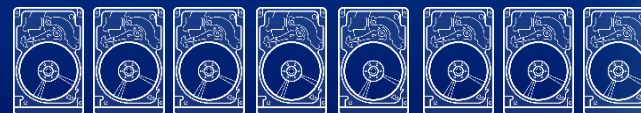
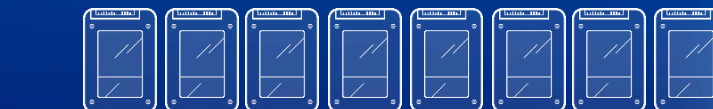
Типы RAID: ERA/Generic  
Синхронизация: iSER/iSCSI

iSCSI/iSER/FC

iSCSI/iSER/FC

RAID

RAID

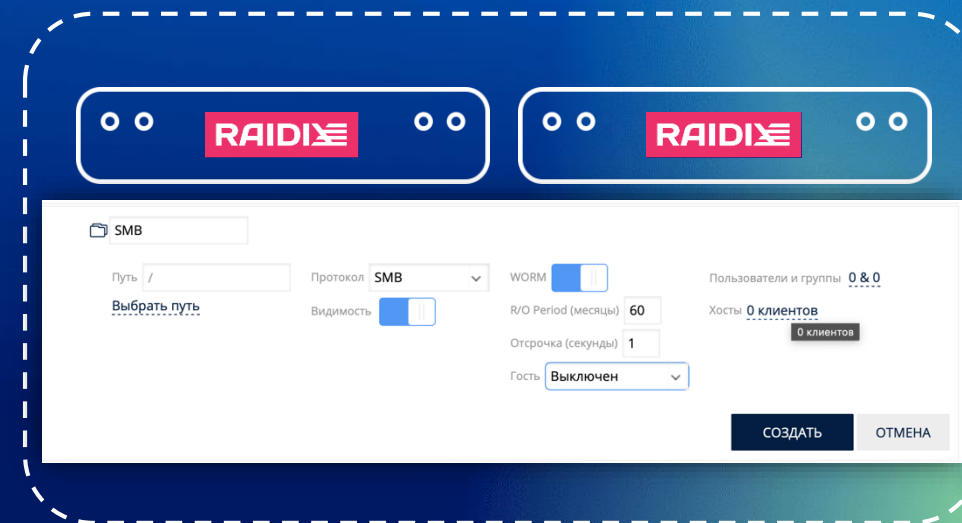
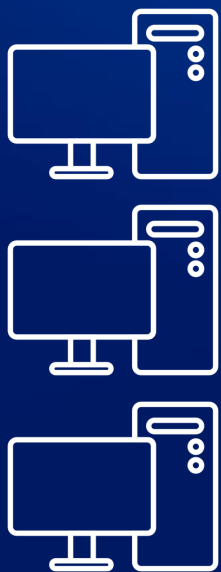


Кол-во дисков: применительно  
к задаче

# Сценарии: WORM

Однократная запись, многократное чтение

ИТ ПРО



Только для Generic SMB

# Сценарии: Хранение

ИТ ПРО



NFS



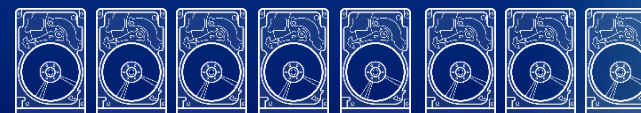
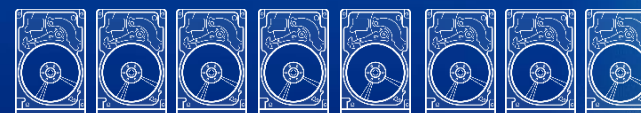
SMB

LAN



SMB

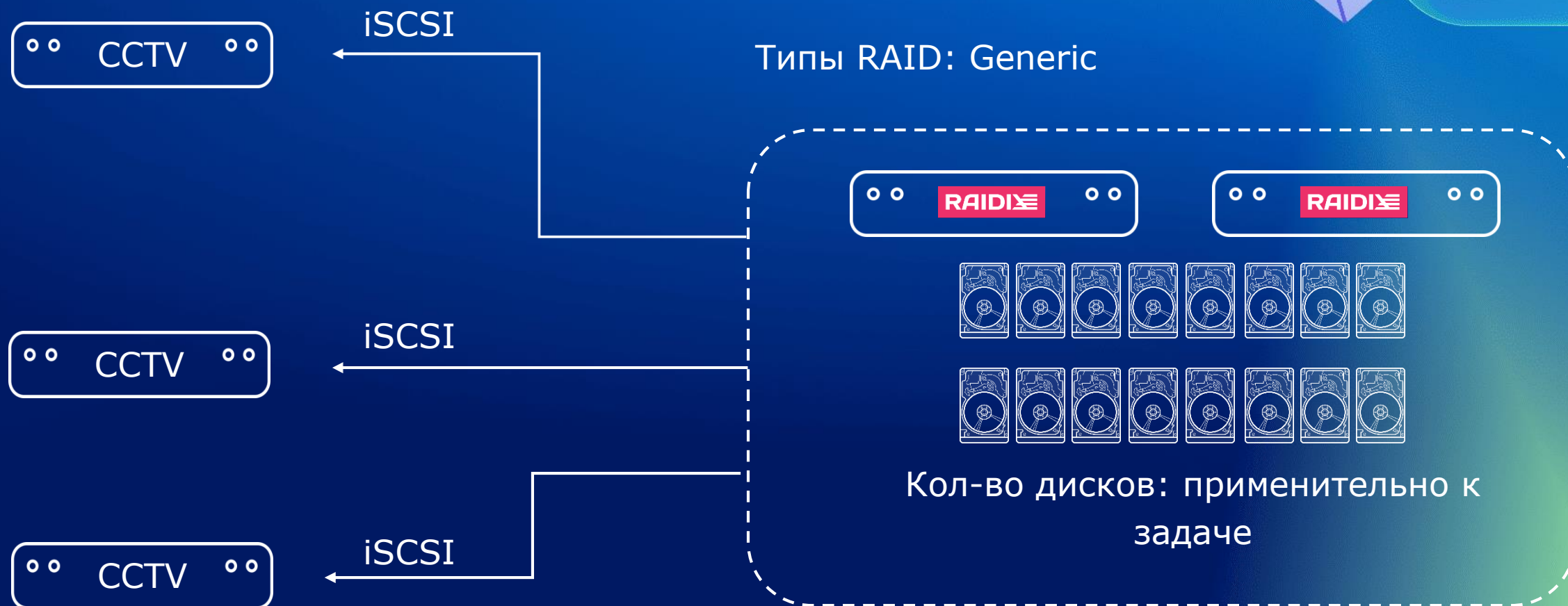
Типы RAID: Generic



Кол-во дисков: применительно к задаче

# Сценарии: CCTV

ИТ ПРО



**Спасибо за  
внимание**

