

Техническое описание продуктов: система виртуализации АЭРОДИСК АИСТ и гиперконвергентная система vAIR

Дата: 15.06.2022
Версия: 3.6.0



АЭРОДИСК АИСТ – система виртуализации, предназначенная для эффективного использования серверных вычислительных ресурсов за счёт запуска множества виртуальных машин на относительно небольшом количестве физических серверов.

АЭРОДИСК АИСТ позволяет работать с любыми современными операционными системами семейства Linux, Windows, BSD, Solaris в качестве гостевых операционных систем виртуальных машин.

АЭРОДИСК АИСТ позволяет с помощью встроенных средств выполнять миграцию VM со сторонних гипервизоров, в том числе и проприетарных: VMWare ESXi и Microsoft Hyper-V.

АЭРОДИСК АИСТ масштабируется от 3 до 128 узлов в кластере и поэтому подходит для широкого спектра задач, от построения небольшой инфраструктуры из нескольких виртуальных машин до создания масштабной инфраструктуры из тысяч виртуальных машин.

АЭРОДИСК АИСТ содержит функционал кластера высокой доступности, который в случае отключения части узлов кластера позволяет автоматически перезапустить виртуальные машины на оставшихся узлах.

Управление системой АЭРОДИСК АИСТ может выполняться с любого из узлов кластера.

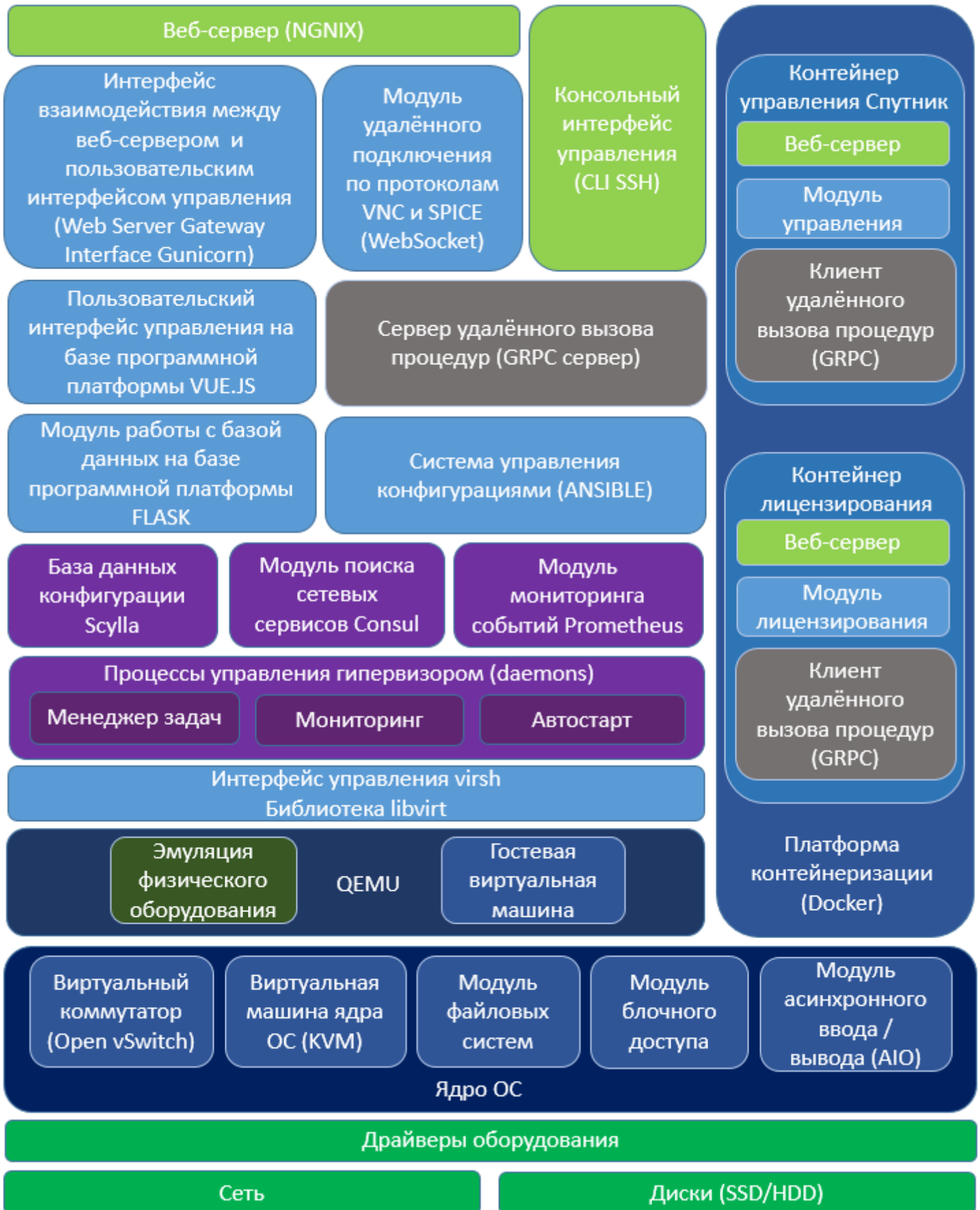
Для важных и критичных задач, например, таких как обновление кластера, резервное копирование конфигурации кластера, используются элементы микросервисной архитектуры, такие как контейнеры, которые не зависят и не завязаны на основной функционал виртуализации и не могут нанести вред самому кластеру виртуализации.

Система виртуализации АЭРОДИСК АИСТ поддерживает работу в режиме гиперконвергентной системы после установки дополнения АЭРОДИСК vAIR.

При работе кластера виртуализации в режиме гиперконвергентной системы пользователи могут использовать локальные диски в серверах для создания распределенной файловой системы – ARDFS (AERODISK Distributed File System).

Система АЭРОДИСК АИСТ/vAIR может быть поставлена как отдельное программное обеспечение, устанавливаемое на серверы стандартной x86 архитектуры, так и в виде аппаратно-программного комплекса с серверами от компании АЭРОДИСК Machine 1U или Machine 2U (ПАК АЭРОДИСК Machine-V).





Архитектура решения

Архитектура решения АЭРОДИСК АИСТ базируется на использовании:

- Гипервизора на базе QEMU - KVM;
- Распределенной базы конфигураций;
- Распределённой системы управления;
- Распределённых виртуальных коммутаторов;
- Открытого интерфейса взаимодействия (API) для интеграций;
- Системы обновлений Спутник;
- Сетевой файловой системы NFS для подключения к файловым сетевым ресурсам;
- Кластерной файловой системы ACFS для подключения к блочным устройствам хранения;
- Распределенной файловой системы ARDFS для гиперконвергентной системы vAIR.

В системе виртуализации АИСТ используется гипервизор, созданный на базе программного обеспечения с открытым исходным кодом QEMU - KVM. Серверы с установленным ПО АЭРОДИСК АИСТ могут быть объединены в кластер. Количество серверов (узлов) в кластере от 3 до 128.

Отказоустойчивость виртуальных машин в кластере обеспечивает модуль высокой доступности (HA). В случае выхода из строя нескольких узлов кластера компоненты HA перезапускают VM на оставшихся в работе узлах кластера. Включение или выключение функции HA выполняется администратором непосредственно в настройках самой VM или для групп VM.

Для защиты данных VM, а также для большей гибкости администрирования предусмотрен функционал мгновенных снимков и клонов. Клоны VM можно впоследствии конвертировать в шаблоны VM, для простоты последующего развертывания однотипных VM. Важной особенностью АИСТ является то, что снимки можно создавать без прерывания работы VM. Снимки поддерживают целостность файловых систем гостевых ОС (Linux, Solaris, Windows, BSD).

Встроенный гипервизор АИСТ обладает следующими ключевыми функциями:

- Широкий выбор гостевых ОС (Windows, Linux, BSD, Solaris, Netware);
- Кластер высокой доступности (HA);
- Подключение внешней дисковой емкости по FC/iSCSI (ACFS) и NFS;
- Масштабирование от 3 до 128 вычислительных узлов;
- Перемещение VM между узлами кластера без прерывания работы VM;
- Управление QOS на уровне VM;
- Консистентные снимки на уровне VM;
- Клоны VM;
- Шаблоны VM;
- Миграция VM со сторонних проприетарных и открытых гипервизоров.

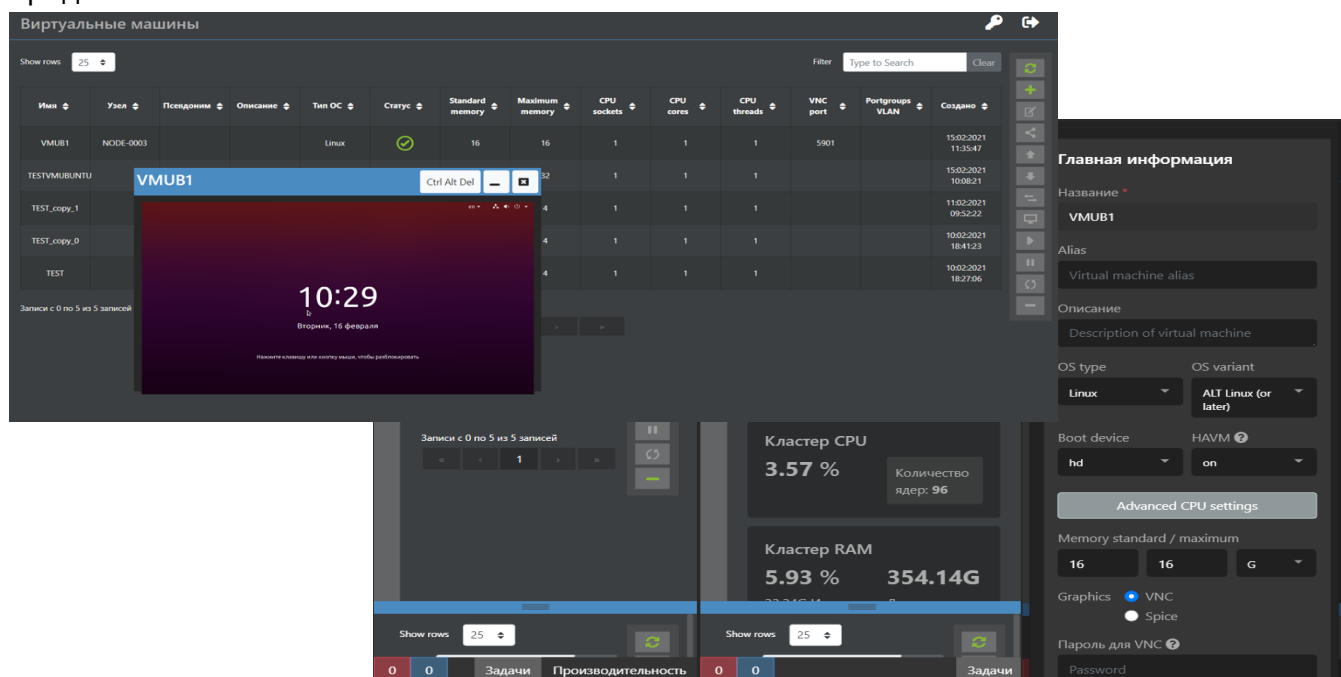
Распределенная база данных конфигурации

Ключевым элементом единой распределенной системы управления кластером является распределенная NoSQL СУБД. В этой СУБД хранятся конфигурации VM, сетевые и пользовательские настройки, системные журналы, информация об узлах кластера и хранилищах данных и другая информация. Любые изменения на любом узле кластера мгновенно сохраняются и отображаются на соседних узлах.

Распределенная система управления

Управление всеми функциями кластера осуществляется через веб-интерфейс. Веб-интерфейс работает на каждом узле кластера. Администратор системы может управлять всем кластером с любого узла. Интерфейс полностью создан на HTML5 и не требует установки дополнительных модулей и плагинов. Веб-интерфейс поддерживает все современные браузеры и работает на всех современных ОС, в том числе и мобильных. Интерфейс выполнен полностью на русском языке.

Пример пользовательского интерфейса на экране монитора и мобильного устройства представлен ниже.



Распределенные виртуальные коммутаторы

В решении АЭРОДИСК АИСТ всегда применяются распределенные виртуальные коммутаторы. За счет распределенной базы конфигурации все создаваемые виртуальные коммутаторы становятся распределенными. Каждый распределенный виртуальный коммутатор позволяет работать с любым количеством виртуальных сетей (VLAN), вплоть до 4096 штук. Единая база конфигураций позволяет создавать объекты виртуальных сетей единожды на одной ноде и распространять по всему кластеру. VLAN, подаваемый на порт узла, привязывается к группе портов на виртуальном коммутаторе. После этого эту группу портов можно привязать к виртуальному сетевому адаптеру виртуальной машины, и таким образом VM получает доступ в сеть предприятия.

Внешняя дисковая емкость по iSCSI/FC (ACFS)

Для возможности работы с блочными устройствами (LUN) с внешней СХД необходимо создать на презентованном кластере АИСТ блочном устройстве кластерную файловую систему – AERODISK Clustered File System (ACFS).

Том с ACFS может быть доступен или сразу всем узлам в кластере или только выбранным администратором системы.

Количество узлов кластера, на которые может быть смонтирован том ACFS: от 1 до 16.

Схема 1. Рекомендуемая схема подключения узлов кластера к СХД по iSCSI

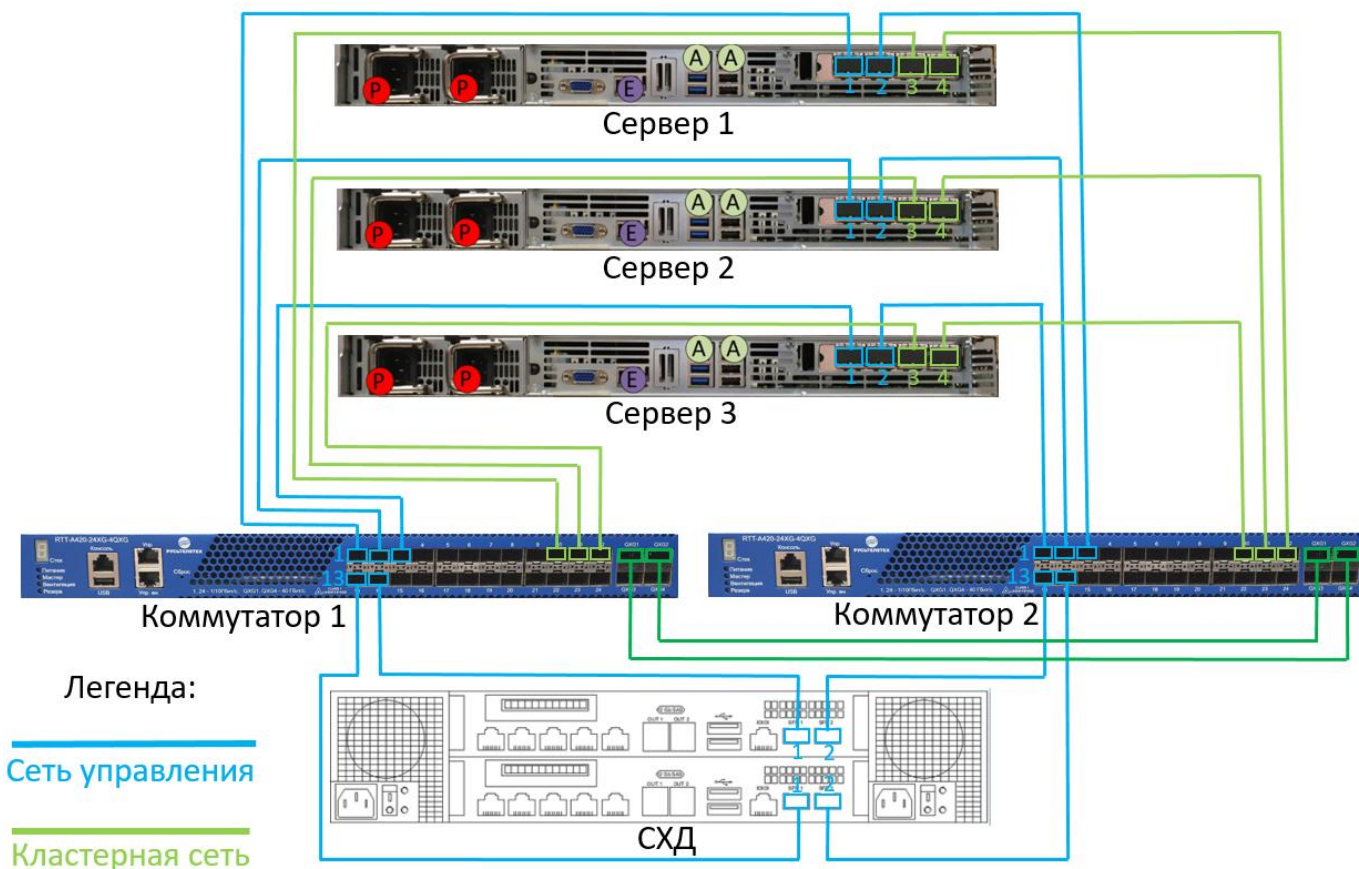
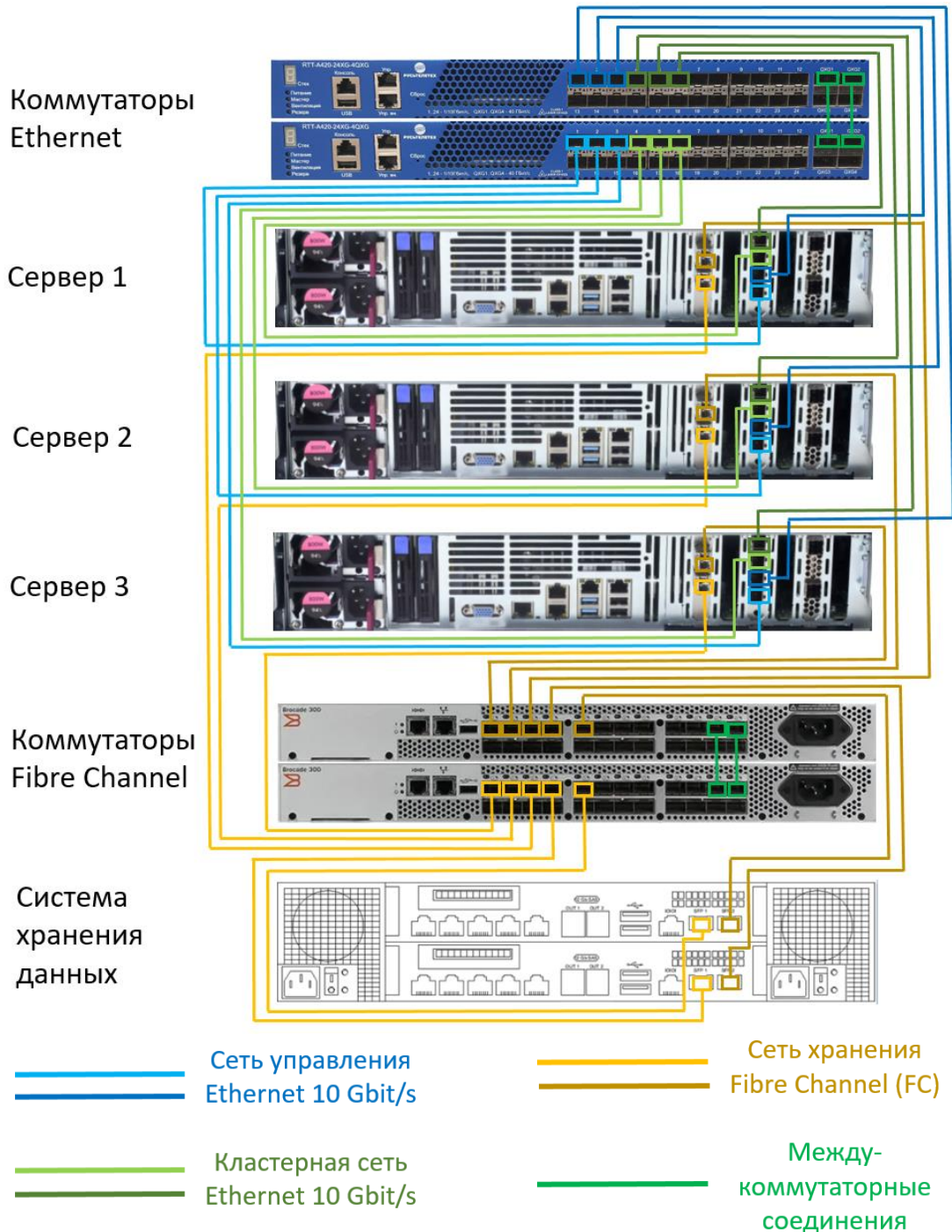


Схема 2. Рекомендуемая схема подключения узлов кластера к СХД по FC.



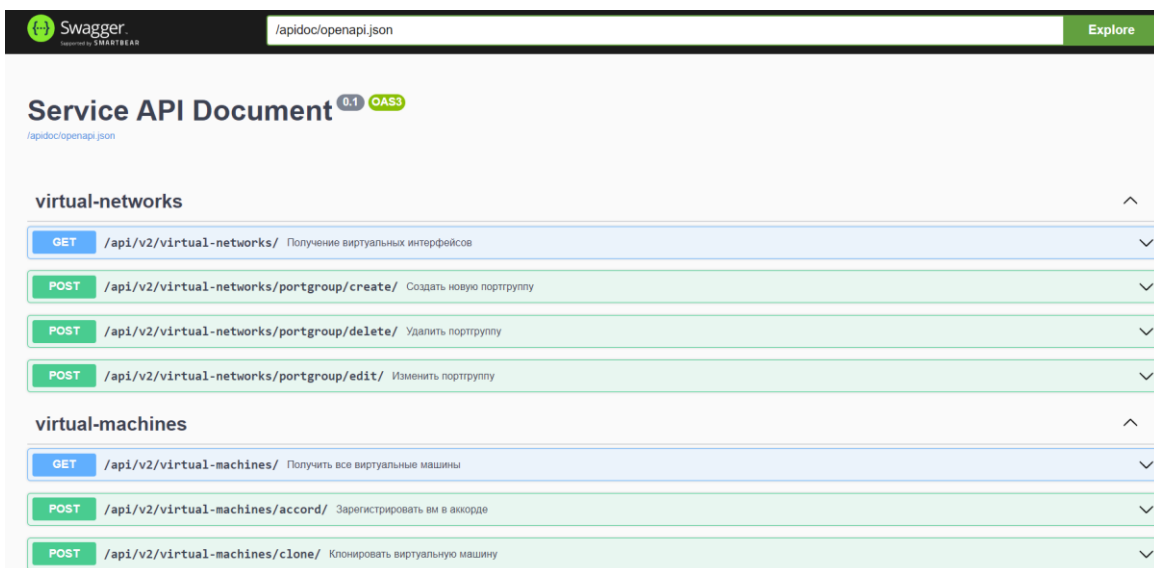
Внешняя дисковая емкость по NFS

Для возможности создания VM на внешней сетевой файловой системе (NFS) эту файловую систему необходимо примонтировать к узлам кластера. Схема подключения узлов кластера к СХД с NFS может быть аналогична схеме 1.

Количество узлов кластера, на которые может быть примонтирована NFS: от 1 до 128.

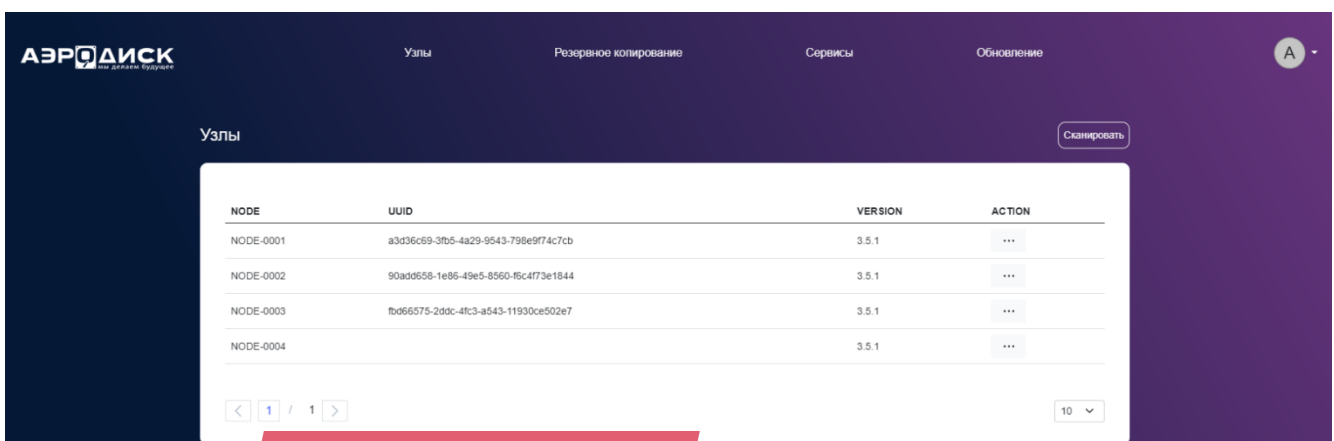
Открытый API для интеграций

В системе АИСТ есть открытый REST API, через который работает веб-интерфейс управления системой. Этот API можно использовать для автоматизации работы с системой и написания дополнительных плагинов. Технологические партнеры компании АЭРОДИСК с помощью этого API пишут свои интеграции со своими продуктами и сервисами. API является автодокументируемым, что позволяет работать с новыми методами сразу после их появления, так как нет необходимости ждать дополнительную документацию от разработчиков. API постоянно дополняется и расширяется по мере развития самого продукта АИСТ.



Система обновлений Спутник

Для управления конфигурациями физических узлов кластера, а также для реализации безостановочного механизма обновлений узлов кластера используется выделенная система управления конфигурациями – Спутник. Использование данного ПО позволяет очень гибко подходить к выполнению обновлений ПО АИСТ на узлах кластера и минимизировать возможные некорректные шаги при обновлении кластера. Система обновлений и управления конфигурациями Спутник не зависит от других служб кластера и выполнена в виде контейнера. Так же Спутник позволяет делать резервное копирование важных конфигурационных файлов, чтобы в случае проблем можно было быстро восстановить рабочую конфигурацию.

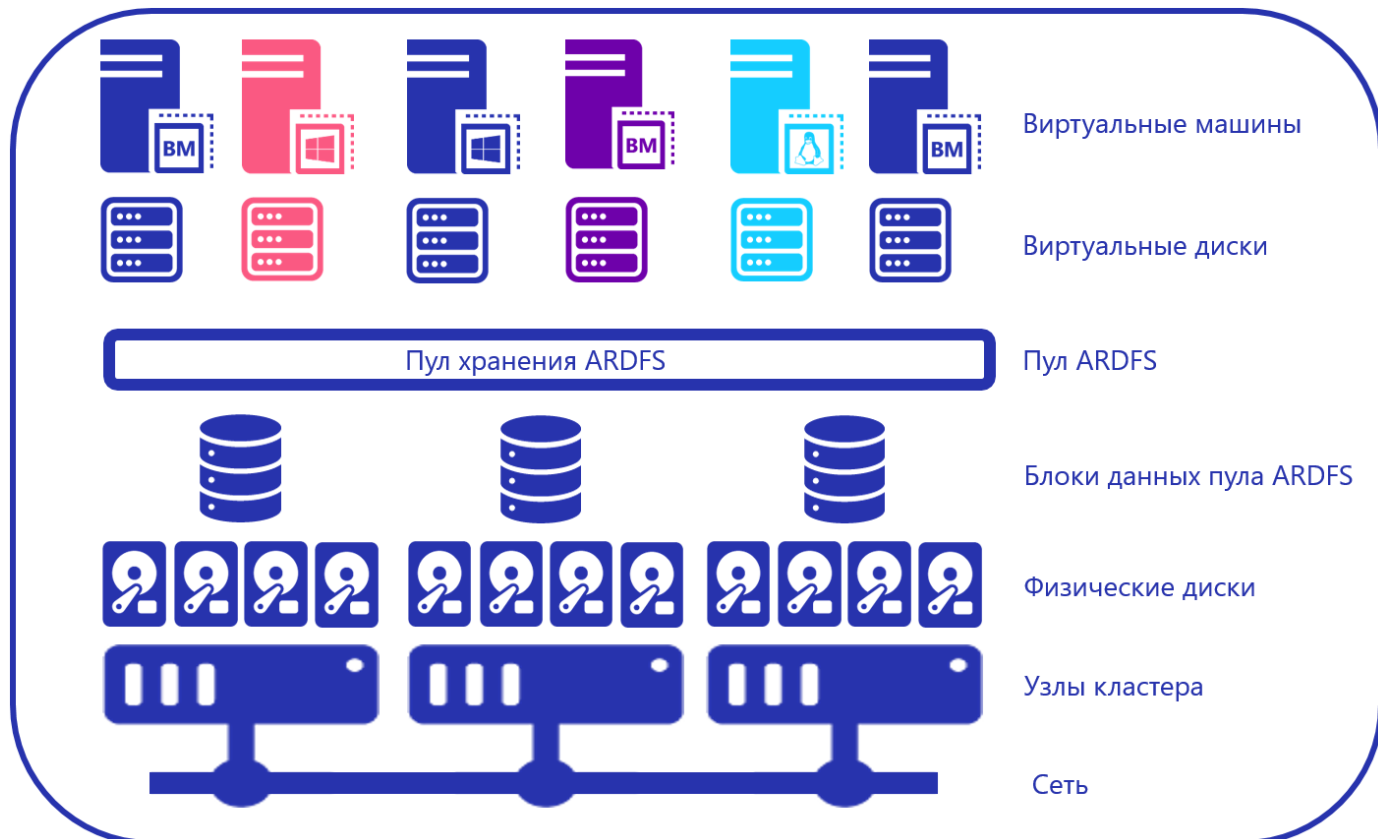


Структура хранения на ARDFS (только vAIR)

В рамках всех узлов кластера ARDFS организует логические пулы из указанного набора дисков. Но пул — это ещё не данные и не форматированное пространство, а просто разметка распределенной дисковой емкости. Такой подход позволяет «на лету» добавлять узлы без какого-либо серьезного влияния на уже работающую систему. Таким образом систему очень легко масштабировать «кирпичами», добавляя узлы в кластер при необходимости. Масштабирование ARDFS осуществляется «бриками» кратно необходимой степени защиты. Для $RF=3$ и $EC=2:1$ «брик» расширения должен быть кратен 3м, то есть можно на ходу добавить 3,6,9 и более узлов. Для $EC=3:1$ «брик» расширения должен быть кратен 4м, то есть можно на ходу добавить 4,8,12 и более узлов.

Поверх пулов ARDFS создаются виртуальные диски (объекты хранения для VM), которые строятся из виртуальных блоков размером 64 мегабайта или же объекта целиком в зависимости от того, применяется ли дробление на данном типе пула. На виртуальных дисках непосредственно хранятся данные пользователей. В ARDFS дробление применяется по умолчанию ко всем пулам для оптимизации использования дисковой ёмкости и производительности.

Архитектуры системы виртуализации vAIR представлена на схеме ниже.



Для отказоустойчивости дисковой подсистемы не используется концепция RAID (Redundant array of independent Disks), а используется RAIN (Redundant array of independent Nodes). То есть отказоустойчивость измеряется, автоматизируется и управляется исходя из узлов, а не дисков. Физические диски являются при этом неотъемлемыми элементами хранилища и так же, как и все остальные объекты системы, обеспечены функциями мониторинга и управления.

Схемы отказоустойчивости хранилища на ARDFS (только vAIR)

Схем отказоустойчивости виртуальных дисков в vAIR может быть две:

1. Replication factor или просто репликация – этот метод отказоустойчивости хранит полные копии данных. При использовании этого метода выполняется синхронная репликация между узлами с фактором 3 (3 копии, соответственно). RF-3 выдержит отказ 2-х узлов в кластере, но зарезервирует уже 2/3 полезного объема под свои нужды. RF-3 в части отказоустойчивости схож с RAID-6, то есть виртуальный диск, сконфигурированный в RF-3, устойчив к отказу любых двух узлов кластера.
2. Erasure coding или удаляющее кодирование (также переводится как «избыточное кодирование», «стирающее кодирование» или «код избыточности») применяется, когда % доступной дисковой емкости должен быть выше по сравнению со схемой с полными копиями (RF). EC – схема избыточности, которая обеспечивает высокую доступность данных при меньших накладных расходах на дисковое пространство по сравнению с репликацией. Принцип работы этого механизма похож на RAID 5.

При кодировании процесс EC делит виртуальный блок (по умолчанию 64МБ) на несколько меньших «кусков данных» в зависимости от схемы EC (например, схема 2+1 делит каждый блок 64 МБ на 2 куса по 32МБ). Далее это процесс генерирует для «кусков данных» «куски четности» размером не более одной из ранее разделенных частей. При декодировании EC генерирует недостающие куски, считывая «выжившие» данные по всему кластеру.

В итоге данные и четность равномерно распределяются по всем узлам кластера. При этом, как и при репликации, ARDFS в автоматическом режиме распределяет данные по узлам таким образом, чтобы не допустить хранения одинаковых данных (копий данных и их четности) на одном узле, чтобы исключить шанс потерять данные из-за того, что данные и их четность внезапно окажутся на одном узле хранения, которая выйдет из строя.

Надежность и автономность файловой системы ARDFS (только vAIR)

ARDFS локально запускается на всех узлах кластера и синхронизирует их собственными средствами через выделенные Ethernet-интерфейсы. Важным моментом является то, что ARDFS самостоятельно синхронизирует не только данные, но и метаданные, относящиеся к хранению.

Подсистема синхронизации метаданных для ARDFS работает абсолютно независимо от смежных подсистем. Таким образом ни одна другая подсистема не может повредить данные ARDFS.

Разные типы дисков в ARDFS (только vAIR)

ARDFS поддерживает работу со всеми современными типами дисков: NVME, SAS SSD, SATA SSD, SATA HDD, NLSAS, SAS10k. При этом в рамках одного узла кластера могут использоваться диски разных типов, из которых можно сформировать пулы хранения с различной скоростью работы подсистемы ввода/вывода.

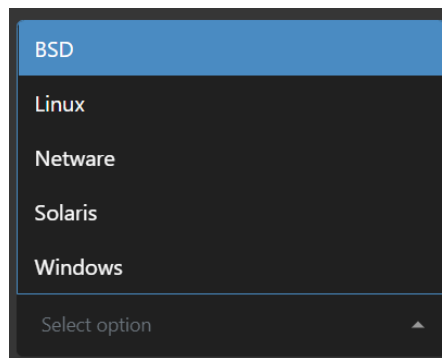
Функциональные характеристики программной платформы

Функционал	
АИСТ	Серверная виртуализация (VM с ОС Windows, Linux, Solaris, BSD)
	Миграция VM из других гипервизоров
	Перемещение VM без их выключения между узлами кластера (живая миграция)
	Кластер высокой доступности (HA)
	Консистентные снимки VM
	Встроенное безагентное резервное копирование (RuBackup)
	Клоны VM
	Шаблоны VM
	Качество обслуживания (QoS)
	Распределенная система управления
	Подключение к внешним СХД по NFS, iSCSI, FC
	Распределенные виртуальные коммутаторы
	Открытый интерфейс интеграции REST API для сторонних продуктов
	Мониторинг системы (включая Grafana)
vAIR	Защищенное исполнение
	Распределённое хранилище из локальных дисков узлов кластера (ARDFS)
	Защита данных с помощью RF и EC
	Локализация данных
	Дробление данных
Мониторинг распределённого хранилища (включая Grafana)	

Серверная виртуализация

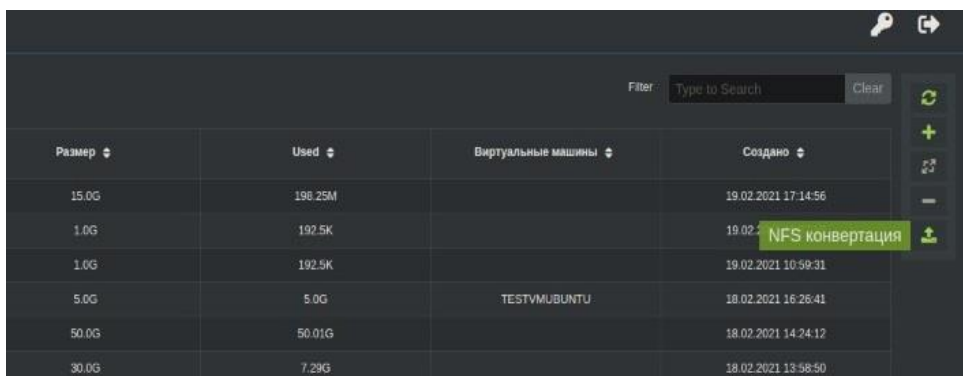
В кластере виртуализации АИСТ может быть создано много разнообразных виртуальных машин. В общем случае конфигурационный максимум для VM ограничен только физическими ресурсами одного узла кластера.

Гипервизор АИСТ поддерживает разнообразные версии и типы гостевых ОС: Windows, Linux, Solaris, BSD. Так же были проведены сертификационные тесты с рядом отечественных дистрибутивов Linux: РЕД ОС, ASTRA Linux, ALT Linux.



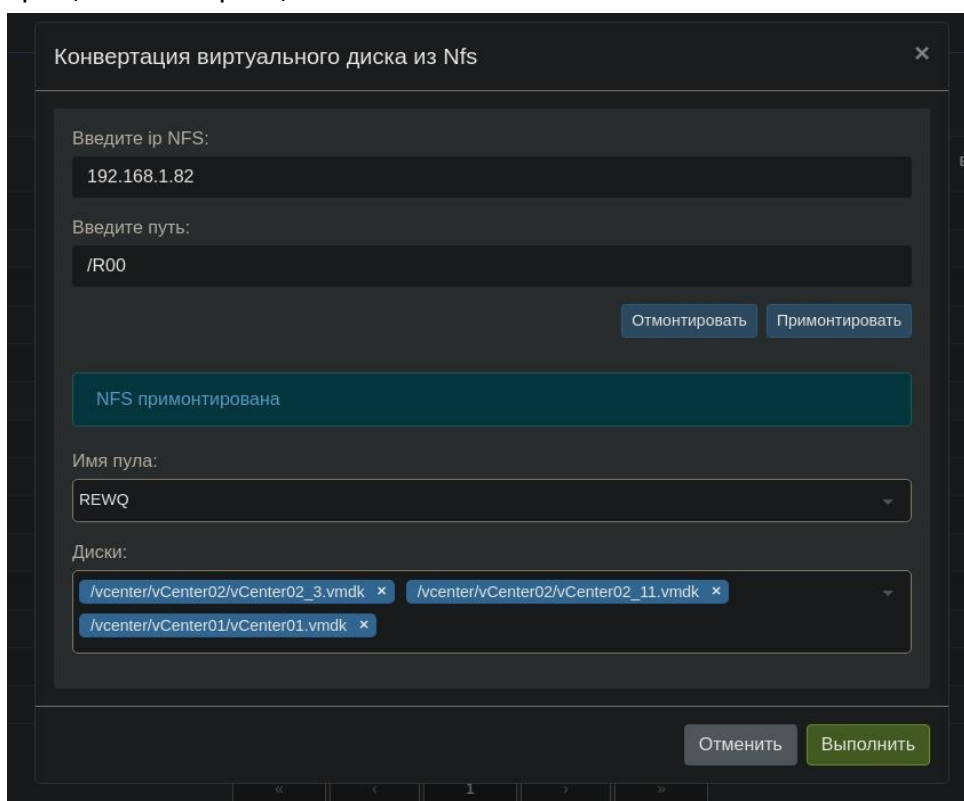
Миграция из других гипервизоров

Миграция виртуальных машин со сторонних гипервизоров является актуальной задачей для любой службы эксплуатации. Для облегчения миграции в системе АИСТ предусмотрен встроенный конвертер VM из VMware ESXi/Microsoft Hyper-V и других гипервизоров прямо в интерфейсе управления.



Размер	Used	Виртуальные машины	Создано
15.0G	198.25M		19.02.2021 17:14:56
1.0G	192.5K		19.02.2021 10:59:31
1.0G	192.5K		19.02.2021 10:59:31
5.0G	5.0G	TESTVMUBUNTU	18.02.2021 16:26:41
50.0G	50.01G		18.02.2021 14:24:12
30.0G	7.29G		18.02.2021 13:58:50

Конвертация осуществляется с внешнего NFS-хранилища, где должны быть расположены файлы виртуальных машин ESXi, Hyper-V или других, далее АИСТ сама сканирует хранилище на наличие файлов VM сторонних гипервизоров и формирует доступный список для миграции. Далее администратор выбирает целевое расположение файлов VM, то есть куда будет сконвертирован образ VM, выбирает нужные файлы VM (можно несколько, они будут конвертироваться по очереди) и запускает процесс конвертации.



Конвертация виртуального диска из Nfs

Введите ip NFS:
192.168.1.82

Введите путь:
/R00

Отмонтировать Примонтировать

NFS примонтирована

Имя пула:
REWQ

Диски:
/vcenter/vCenter02/vCenter02_3.vmdk
/vcenter/vCenter02/vCenter02_11.vmdk
/vcenter/vCenter01/vCenter01.vmdk

Отменить Выполнить

Живая миграция

Живая миграция ВМ позволяет прозрачно переносить рабочую виртуальную машину с хоста на хост. Также данный функционал полезен при обновлении кластера и позволяет переместить ВМ с хоста, который находится на обслуживании. Живая миграция в кластере АИСТ всегда идет по кластерной внутренней сети и никогда не затрагивает продуктивную сеть, тем самым гарантируя скорость и надежность выполнения такой миграции.

Кластер высокой доступности (HA)

Система виртуализации АЭРОДИСК АИСТ строится на принципах высокой доступности, то есть в системе отсутствуют единые точки отказа (SPoF). Минимальный размер кластера АЭРОДИСК АИСТ – 3 узла.

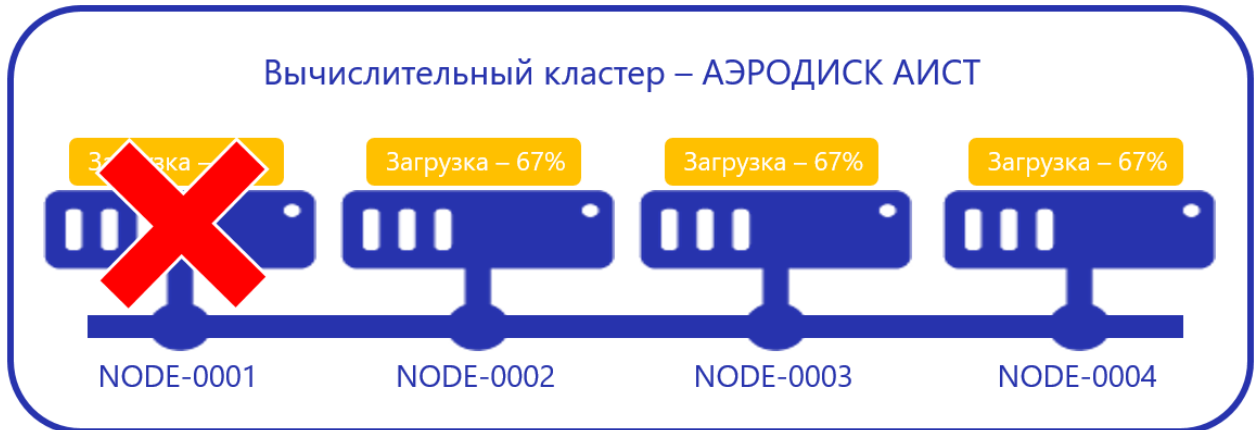
Кластер из 3-4 узлов может пережить отказ только одного узла с сохранением возможности управления кластером. Потеря двух узлов в таком кластере приведёт к потере управления кластером. Кластер из пяти и более узлов может пережить одновременный отказ до двух узлов. Одновременный отказ трёх и более узлов в таком кластере приведёт его в аварийное состояние. В этом состоянии управление кластером будет невозможно и необходимо будет восстановить работу отказавших узлов. Данное ограничение вызвано необходимостью избегать потери целостности конфигурации кластера при разделении сети (Split-brain) и гарантирует правильность назначения роли мастера операций одному и только одному из узлов кластера.

Если один из узлов выходит из строя, то мастер операций перезапустит ВМ с отказавшего узла на оставшихся узлах, а распределенная система управления восстанавливает свою отказоустойчивость с использованием оставшихся узлов.

Для примера, рассмотрим работу функционала HA в кластере из 4-х узлов с равномерной загрузкой всех узлов на 50%. На всех ВМ включен функционал высокой доступности.



При выходе из строя одного узла с ролью мастера операций, данная роль будет назначена одному из оставшихся узлов. Затем VM с отказавшего узла (NODE-0001) запустятся на оставшихся узлах, и общая загрузка кластера станет 67%. Кластер продолжает работать, управление кластером доступно и в нем еще есть свободные вычислительные ресурсы.



Механизм высокой доступности для сценариев отказа ровно половины узлов кластера зависит от того, где располагалась роль мастера операций на момент отказа.

Что произойдет при выходе из строя еще одного узла (например, NODE-0002)? Управление кластером будет недоступно. Также с вероятностью в 67% VM с отказавшего узла перезапустятся на соседних узлах, и вероятностью в 33% все VM на двух оставшихся узлах (NODE-0003, NODE-0004) будут принудительно выключены.



Вероятность 67% определяется тем, что перезапуск VM зависит от наличия или отсутствия роли мастера операций на одном из двух оставшихся в работе узлов кластера на момент отказа узла NODE-0002. Два оставшихся узла не смогут выбрать нового мастера операций. Иначе возможна ситуация, когда два отказавших узла кластера (NODE-0001 и NODE-0002) на самом деле не отказали, а продолжают работать изолированно (а так как роль мастера операций находится на NODE-0002, то он может начать запускать VM, которые находятся на узлах NODE-0003 и NODE-0004, что может привести к рассинхронизации информации и потери данных VM). Для восстановления управления кластером необходимо вернуть в работу минимум один узел.

Таким образом, чтобы гарантировать автоматический перезапуск VM для случая отказа двух узлов, необходимо собирать кластер из пяти и более узлов. (В следующей версии ПО планируется реализовать функционал выделенного арбитра НА. Это позволит сократить минимальное число узлов кластера до 4).

Консистентные снимки VM

Система позволяет создавать консистентные снимки файловых систем всех поддерживаемых гостевых ОС. При этом одновременно делается снимок состояния ОЗУ виртуальной машины, чтобы можно было точно восстановить состояние VM на момент создания снимка.

Безагентное резервное копирование

Система виртуализации АИСТ имеет тесную интеграцию с системой резервного копирования – RuBackup. Такая интеграция позволяет выполнять резервное копирование VM на «горячую» и при этом без необходимости установки дополнительных агентов внутрь VM. Все элементы инфраструктуры резервного копирования могут быть развернуты в виде VM в кластере АИСТ или же быть на выделенных серверах для больших инфраструктур с большими объемами данных. Резервные копии могут храниться на файловых ресурсах, на лентах, на блочных устройствах. В зависимости от типа хранения резервных копий, они могут быть в дедуплицированном и недедуплицированном виде.

В составе лицензий АИСТ предоставляется бесплатная лицензия на ПО RuBackup на объем в 1 ТБ (если этого объема не хватает, то всегда есть возможность докупить необходимый объем лицензий на ПО RuBackup). Кроме того в ПО RuBackup предусмотрена возможность классического резервного копирования с использованием агентов внутри гостевых ОС. Более подробно с функционалом RuBackup можно ознакомиться в документации производителя.

Клоны VM

Клонирование позволяет сделать точную копию виртуальной машины. При клонировании VM можно выбрать диски, которые будут скопированы вместе с конфигурацией VM. Клон VM является полностью независимым объектом в системе, и с ним можно производить такие же действия как с любой виртуальной машиной.

Шаблоны VM

Шаблоны позволяют упростить администратору системы массовое развертывание VM. При развертывании из шаблона администратор может изменять любые параметры VM, что дает дополнительную гибкость. Также на этом функционале базируется интеграция через API системы виртуальных рабочих мест (VDI) – Термидеск.

QoS

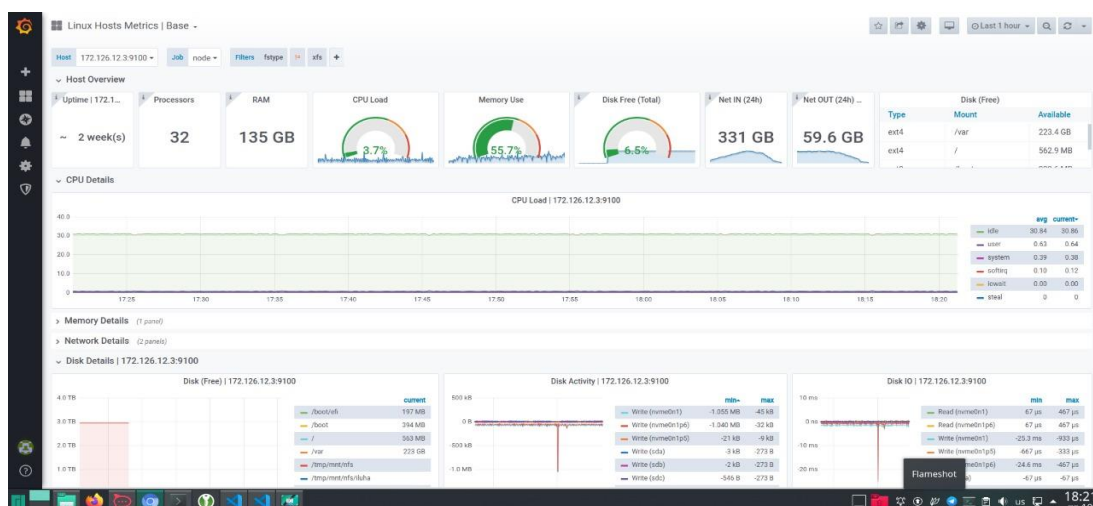
Для предотвращения эффекта «шумного» соседа в системе предусмотрен функционал Quality of Service (QoS). Данный функционал позволяет ограничивать количество ресурсов, потребляемое каждой виртуальной машиной, и таким образом помогает обеспечивать безостановочную работу кластера. QoS для каждой VM применяется в обязательном порядке.

Мониторинг системы

В системе используется глобальная система мониторинга всех компонентов кластера – узлы, сети, VM, внешние СХД и прочее. Система мониторинга позволяет обрабатывать и хранить большие объемы статистической информации, на основе которой администраторы системы могут легко получать необходимую информацию. Также система позволяет интегрироваться с внешними системами работы с данными и визуализации, например, Grafana. Примеры локального отображения информации и внешнего отображения информации представлены ниже.



Более подробное отображение информации доступно для внешней системы мониторинга на базе Grafana. Внешняя система мониторинга может быть развернута как выделенная VM в рамках кластера АИСТ, также может использоваться уже эксплуатируемая в инфраструктуре система Grafana.



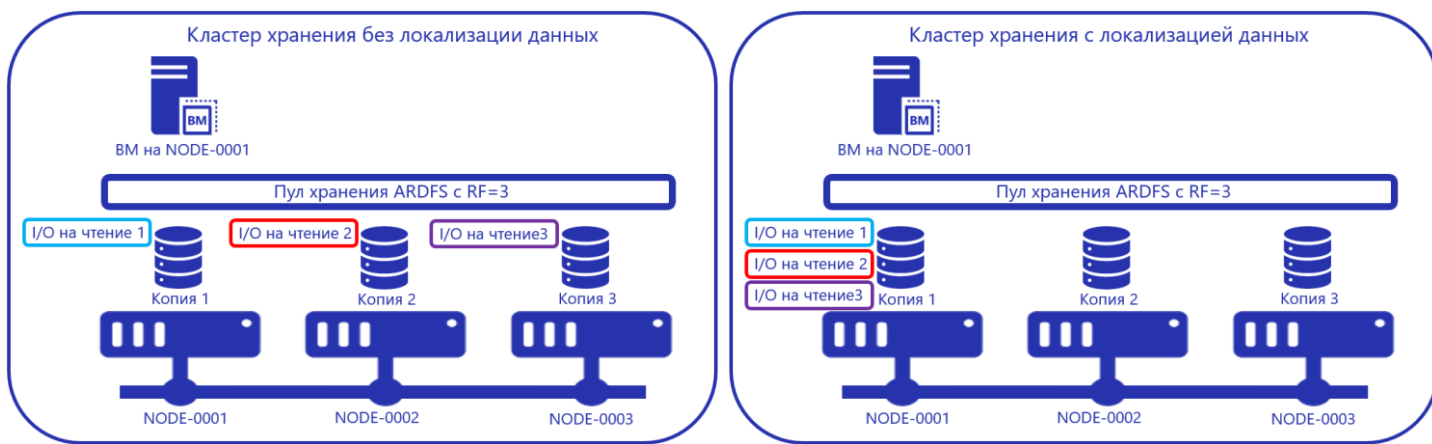
Защищенное исполнение для КИИ

Кластер виртуализации АЭРОДИСК АИСТ может быть выполнен в защищенном исполнении для использования на объектах КИИ или других важных системах, где предъявляются повышенные требования с точки зрения ИБ. Защищенное исполнение реализуется с помощью наложенных средств ИБ: АККОРД-KVM, АККОРД-X К, АККОРД МКТ производства компании ОКБ САПР. Применение тех или иных средств для кластера виртуализации обусловлено моделью угроз конкретной информационной системы.

Локализация данных (только для vAIR)

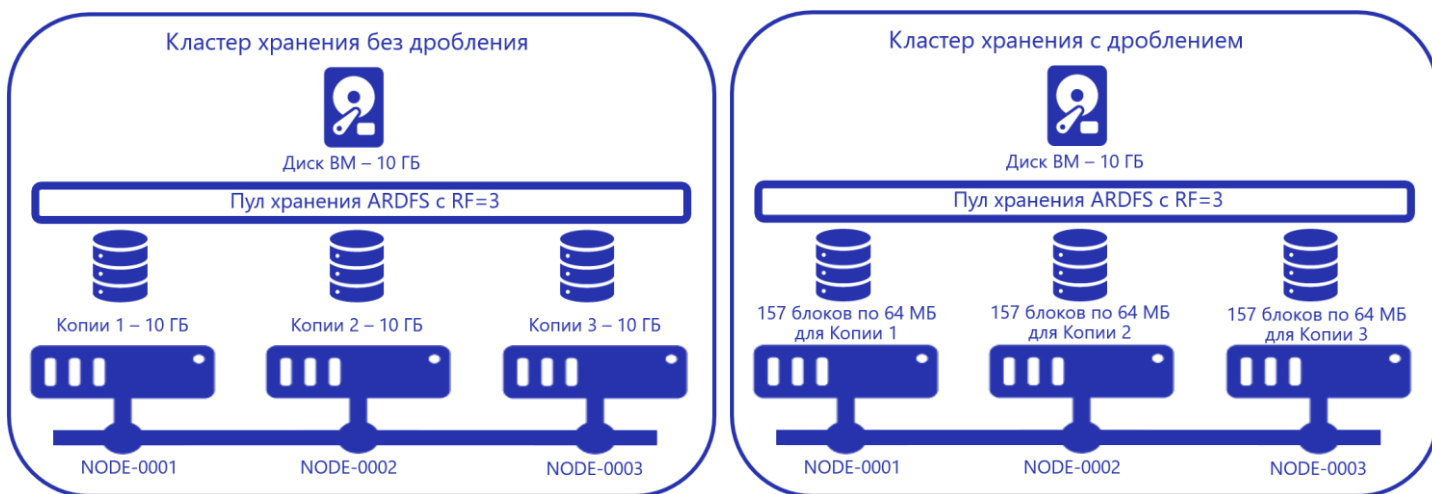
Для ускорения операций чтения в ARDFS применяется механизм локализации данных.

Данный механизм позволяет VM всегда обращаться за своими данными к локальным жестким дискам, тем самым снижая нагрузку на кластерный интерконнект и уменьшая задержки на операциях чтения. В примере ниже видно, что для пула хранения без локализации данных 2 запроса из 3х были выполнены через внутреннюю кластерную сеть, хотя весь набор данных есть и на узле, где работает VM. При применении локализации данных все запросы идут на локальную копию данных.



Дробление данных / шардинг (только для vAIR)

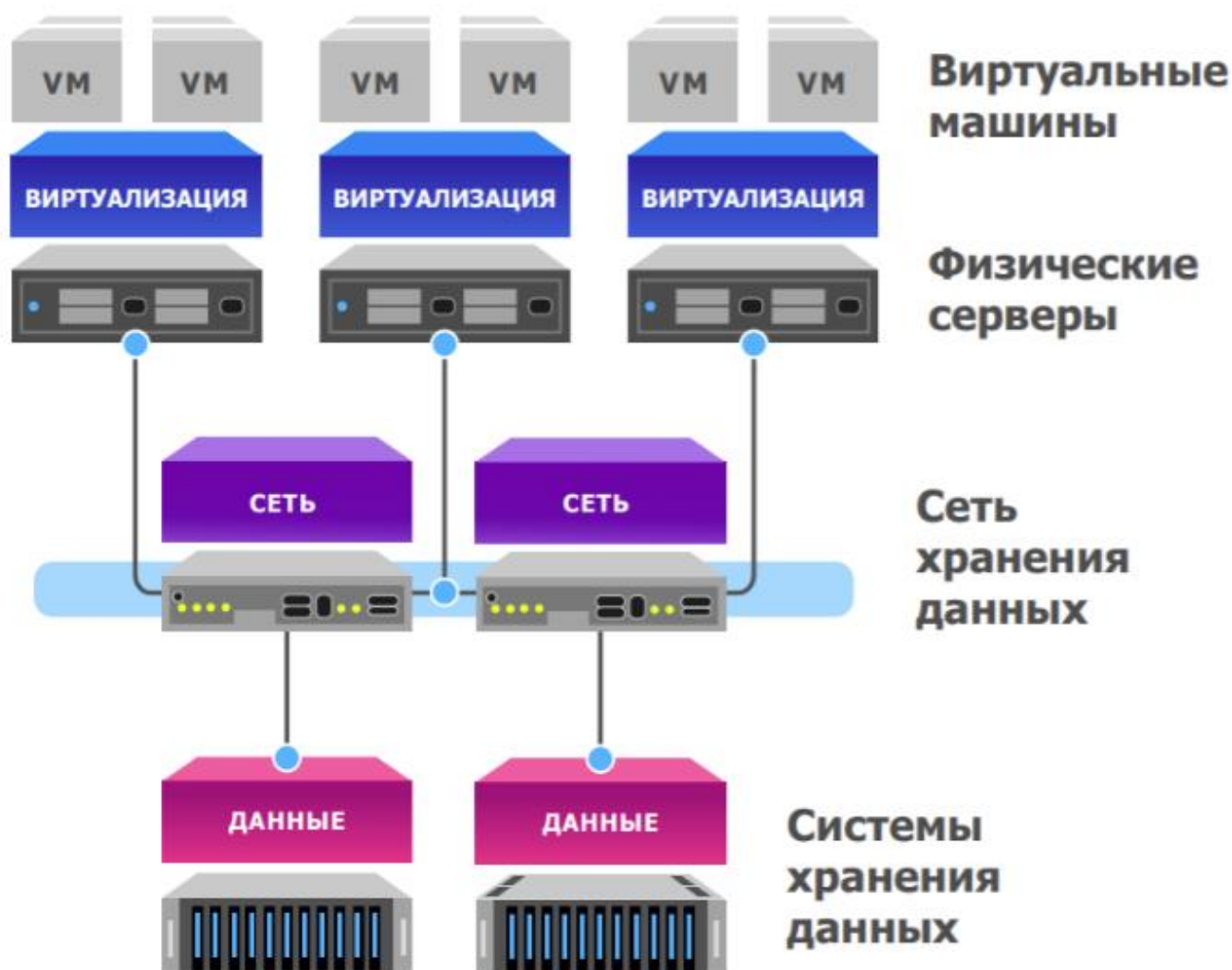
Функционал дробления данных предназначен для более равномерного распределения дисков VM в рамках пулов ARDFS. При дроблении каждый диск VM на пуле ARDFS разбивается на блоки по 64 МБ и копии блоков пишутся на все узлы, входящие в пул. Такой подход позволяет добиться 100% утилизации физической дисковой емкости.



Возможны следующие сценарии работы с системой АЭРОДИСК АИСТ.

Сценарий 1. Только виртуализация - АИСТ

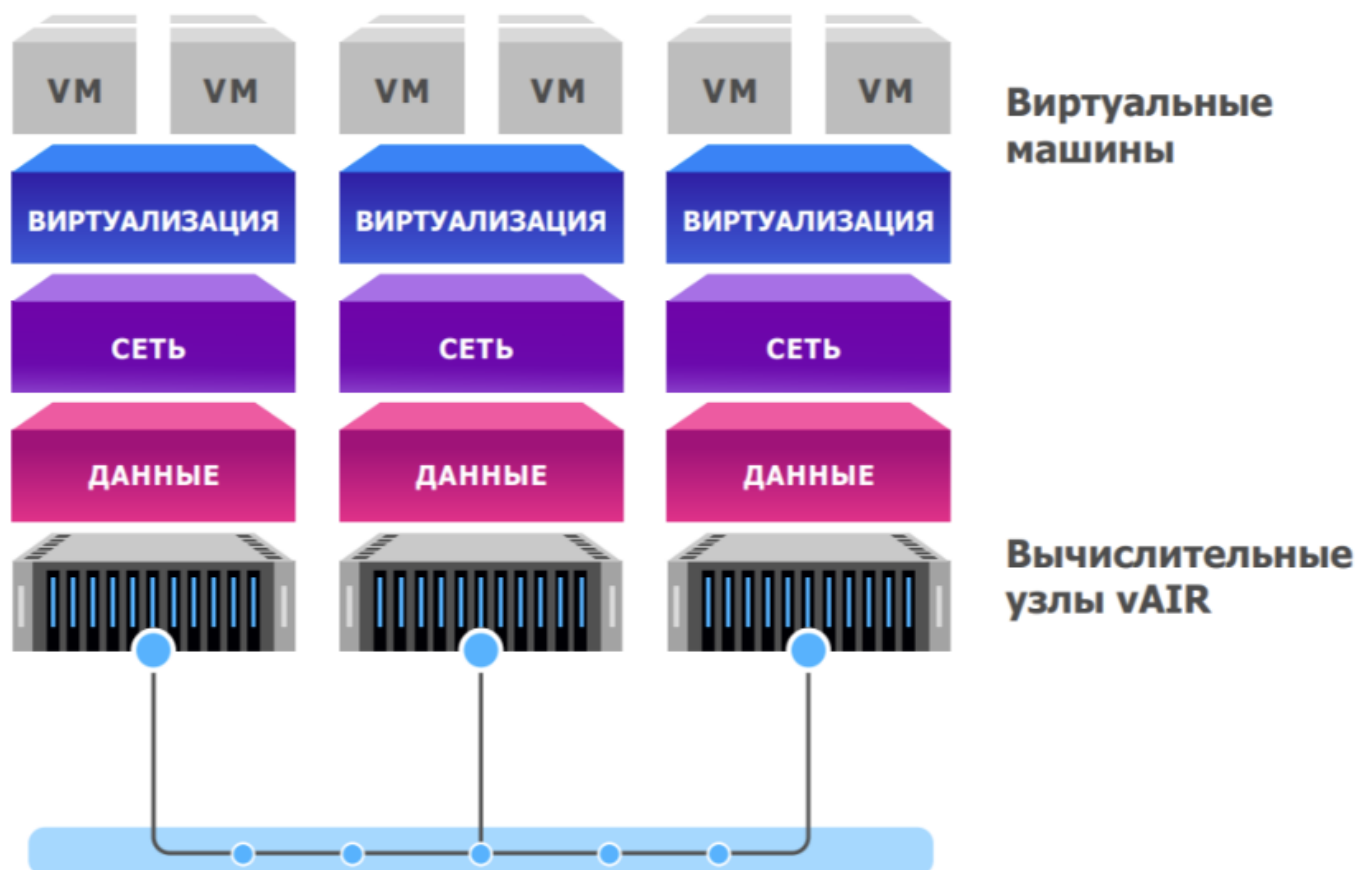
В этом сценарии используется классическая серверная виртуализация с гипервизором на локальных дисках и внешней дисковой емкостью со сторонних СХД по файловым и/или блочным протоколам. Все данные VM в таком сценарии хранятся на внешней дисковой емкости.



При этом в этом сценарии возможно в любой момент программное обновление до сценария 3 - гибридного.

Сценарий 2. Только гиперконвергентная инфраструктура - vAIR

В данном сценарии АИСТ используется как составная часть vAIR и работает напрямую с хранилищем ARDFS, как показано на картинке ниже.



Виртуальные машины, сеть и хранилище работают в рамках одной отказоустойчивой аппаратной платформы. Минимальная конфигурация – 3 узла, максимальная – до 128 узлов.

Сценарий 3. Гибридный

Применение данного сценария возможно при модернизации версии ПО АИСТ до версии ПО vAIR. Это самый гибкий сценарий использования продуктов виртуализации АЭРОДИСК. В этом сценарии одновременно с внешними СХД используется растянутое хранилище ARDFS. В качестве внешних СХД могут выступать любые современные СХД, предоставляющие данные по протоколам FC/iSCSI/NFS, в том числе и СХД АЭРОДИСК ENGINE и ВОСТОК. Полезным свойством является то, что к любой VM, которая хранится на СХД, можно легко добавить дополнительные виртуальные диски с ARDFS и наоборот, к любой VM, которая хранится на ARDFS, мы можем добавить виртуальные диски с СХД.