

скала^р

Динамическая инфраструктура

Машина контейнеризации Скала^р МДИ.К

Самый быстрый путь к аттестованной
контейнерной инфраструктуре

Технический обзор

версия 1.50 от 05.05.2026



ОГЛАВЛЕНИЕ

Оглавление	2
Уведомление	3
Перечень терминов и сокращений	4
1 Предисловие	6
1.1 Описание документа	6
1.2 Аудитория	6
1.3 Обратная связь	6
2 Введение	7
3 Принципы создания Машины	11
4 Архитектура Машины	12
4.1 Назначение и характеристики подсистем Машины и узлов	15
4.2 Варианты организации сетевой подсистемы	26
4.3 Аппаратное обеспечение вычислительных узлов	30
4.4 Размещение оборудования в серверных шкафах	32
5 Техническая поддержка	34
6 Состав Машины	36
6.1 Базовый модуль	37
6.2 Модуль виртуализации	38
6.3 Модуль вычисления и хранения	38
7 Информационная безопасность	40
7.1 Операционная система	40
7.2 Платформа контейнеризации	41
7.3 Совместимость с наложенными средствами информационной безопасности	42
8 Гарантированное качество	44
9 Реакция машины на возможные отказы	46
9.1 Отказоустойчивость элементов Машины	46
9.2 Резервное копирование конфигурации кластера DKP	47
10 Требования к размещению Машины	48
11 Лицензирование ПО в составе Модулей ПАК	49
О Компании	50

УВЕДОМЛЕНИЕ

Документ носит исключительно информационный характер и является актуальным на дату размещения.

Технические характеристики, приведенные в документе — справочные и не могут служить основанием для претензий.

Технические характеристики изготовленных ПАК могут отличаться от приведенных вследствие модификации изделий.

Технические характеристики и комплектация изделий могут быть изменены производителем без уведомления.

Документ не является публичной офертой и не содержит каких-либо обязательств ООО «СКАЛА-Р».

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕРМИНОВ И СОКРАЩЕНИЙ

Термин, сокращение	Определение
DKP CSE	Deckhouse Kubernetes Platform Certified Security Edition Pro — программное обеспечение, производимое российской компанией АО «Флант»
DWPD	(англ. Drive Writes Per Day) Показатель, отражающий интенсивность использования и долговечность SSD в серверном применении. Показывает, сколько раз можно полностью перезаписывать весь объём накопителя каждый день в течение гарантийного срока, который обычно составляет от 3 до 5 лет
iSCSI	(англ. Internet Small Computer System Interface) Сетевой протокол, который позволяет передавать команды SCSI через IP сети
HBA	(англ. Host Bus Adapter) PCI контроллер для подключения дисков в корпусе сервера и предоставления доступа к ним. Не содержит функциональности RAID или поддерживает только её минимальные уровни
MLAG	(англ. Multi-Switch Link Aggregation) Технология агрегации каналов, позволяющая одному или нескольким линкам с двух разных сетевых узлов быть объединенными вместе таким образом, что для конечного устройства это выглядит как одиночное соединение
NFS	(англ. Network File System) Протокол сетевого доступа к файловым системам
PCI контроллер	Компонент на материнской плате компьютера, который управляет периферийными устройствами, подключёнными через шину PCI (англ. Peripheral Component Interconnect, взаимосвязь периферийных компонентов)
RAID	(англ. Redundant Array of Independent Disks) Избыточный массив независимых дисков, технология виртуализации данных для объединения нескольких физических дисковых устройств в логический модуль для повышения отказоустойчивости и/или производительности
SAN	(англ. Storage Area Network) Обозначение выделенной сети подключения к системам хранения данных (СХД). В контексте документа относится к сети Ethernet для подключения к блочной СХД по протоколу iSCSI
SSD	(англ. Solid-State Drive) Запоминающее устройство на основе микросхем памяти. Кроме емкости и скорости интерфейса характеризуется параметром DWPD (см. выше)
БД	База данных
ВМ	Виртуальная машина
ЗОКИИ	Значимый объект критической информационной инфраструктуры

Термин, сокращение	Определение
Кластер	Разновидность параллельной или распределённой системы, которая состоит из нескольких связанных между собой серверов; используется как единый, унифицированный компьютерный ресурс
Машина	Автономный масштабируемый модульный программно-аппаратный комплекс (изделие с кодом ОКПД 26.20.14.160 из реестров российской промышленной и радиоэлектронной продукции Минпромторга РФ), решающий функциональную задачу хранения, обработки и передачи данных согласно предустановленному системно-прикладному ПО и предоставляющий необходимые для задачи ресурсы вычислений и хранения
Модуль	Функционально завершённый комплект сконфигурированного для выполнения заданных функций аппаратных и/или программных компонентов, аппаратных узлов и программного обеспечения (ПО), оформленный как самостоятельная единица продаж со своим кодом (part number) и стоимостью. Является единым и неделимым элементом спецификации Машин. Зарегистрирован как программно-аппаратный комплекс (ПАК) с кодом ОКПД 26.20.14.160 в реестрах Минпромторга
ОС	Операционная система
ПАК	Программно-аппаратный комплекс
ПО	Программное обеспечение
Подсистема	Логическое объединение компонентов по функциональному признаку, с целью пояснения состава и принципов действия ПАК
СХД	Система хранения данных
СУБД	Система управления базами данных
Узел	Вычислительный узел (сервер вычисления и/или хранения) или сетевой узел (например, коммутатор) или узел хранения (СХД) в составе Модуля, в зависимости от контекста
ЦОД	Центр обработки данных

1 ПРЕДИСЛОВИЕ

1.1 Описание документа

Настоящий документ дает концептуальный и архитектурный обзоры ПАК **Машина контейнеризации Скала^р МДИ.К** из семейства *Машин динамической инфраструктуры Скала^р*.

До сентября 2025 года ПАК поставлялся под названием **Машина виртуализации Скала^р МВ.К**.

Далее в документе применяются как полное, так и сокращенные названия ПАК: **Машина Скала^р МДИ.К**, **Машина**, **МДИ.К**.

1.2 Аудитория

Документ предназначен для партнеров **Скала^р** и заказчиков, перед которыми ставятся задачи разработки инфраструктуры организации, закупки или эксплуатации **Машины** контейнеризации **Скала^р МДИ.К**.

1.3 Обратная связь

Скала^р и авторы этого документа будут рады обратной связи по нему.

Свяжитесь с командой **Скала^р** по электронной почте info@skala-r.ru.

2 ВВЕДЕНИЕ

Машины Скала^р — это модульная платформа для построения высоконагруженной ИТ-инфраструктуры, продукт Группы Rubytch.

Машина контейнеризации Скала^р МДИ.К – готовая инфраструктура для контейнеров, выполненная как готовый к применению ПАК из реестра Минпромторга, предоставляющий возможности для развертывания, запуска, управления жизненным циклом прикладных нагрузок, исполненных в виде контейнерных образов, с набором дополнительных инструментов для обеспечения отказоустойчивости, мониторинга, безопасности, мультиарендности и балансировки нагрузки.

ПАК изготавливается по собственным архитектурным и техническим решениям **Скала^р** на базе аппаратного обеспечения из реестра Минпромторга и ПО из реестра Минцифры с сертификатами ФСТЭК.

Наличие сертификатов ФСТЭК на ключевые программные компоненты **Машины** делает её привлекательной для применения в контурах, требующих аттестации, так как процесс аттестации может быть пройден в максимально короткие сроки. ПАК соответствует критериям доверенности, перечисленным в Постановлении Правительства РФ № 1912 от 14 ноября 2023 г.

Машины Скала^р являются серийно выпускаемыми преднастроенными комплексами, которые быстро развертываются и вводятся в эксплуатацию.

Единые поддержка и сервисное обслуживание для всех продуктов линейки **Скала^р** от производителя обеспечивают оперативное разрешение инцидентов на стыке технологий.

Ниже приведены некоторые типы Машин, производимые **Скала^р**.

Машины динамической инфраструктуры

- **Машина виртуализации для частных облаков Скала^р МДИ.О**
Конвергентный программно-аппаратный комплекс для создания частного облака с промышленной платформой виртуализации. Использует программный продукт Basis Dynamix Enterprise
- **Машина серверной виртуализации Скала^р МДИ.В**
Гиперконвергентный программно-аппаратный комплекс для задач серверной виртуализации широкого профиля. Использует программный продукт Basis Dynamix Standard
- **Машина виртуализации рабочих мест Скала^р МДИ.Р**
Программно-аппаратный комплекс на основе **МДИ.В** для создания инфраструктуры виртуальных рабочих мест. Использует программный продукт Basis Workplace

Машины баз данных

- **Машина баз данных Скала^р МБД.П**
Программно-аппаратный комплекс для обработки и хранения данных, специально предназначенный для работы СУБД Postgres Pro Enterprise в высоконагруженных системах
- **Машина баз данных Скала^р МБД.Т**
Программно-аппаратный комплекс для развертывания высокопроизводительных программных систем на основе резидентной СУБД Picodata

Машины больших данных

- **Машина баз данных Скала^р МБД.Г**
Программно-аппаратный комплекс для параллельной обработки и распределённого хранения структурированных данных, специально предназначенный для работы СУБД Arenadata DB в высоконагруженных системах
- **Машина аналитической обработки Скала^р МБД.К**
Программно-аппаратный комплекс для быстрых аналитических витрин с реляционным доступом на основе Arenadata QuickMarts
- **Машина потоковой обработки Скала^р МБД.С**
Программно-аппаратный комплекс для потоковой обработки данных в реальном времени на основе Arenadata Streaming (Apache Kafka & Niagara Files)
- **Машина больших данных Скала^р МБД.Х**
Программно-аппаратный комплекс для обработки больших данных с применением технологий экосистемы Arenadata Hyperwave

Интеллектуальное хранение

- **Машина объектного хранилища Скала^р МХД.О**
Программно-аппаратный комплекс на основе технологии объектного хранения S3 для триллионов объектов и быстрого доступа к ним
- **Машина резервного копирования и восстановления данных Скала^р МХД.Р**
Программно-аппаратный комплекс для создания, хранения и восстановления оперативных и долгосрочных резервных копий данных на основе решения RuBackup

Машина Искусственного Интеллекта

- **Машина искусственного интеллекта Скала^р МИИ**
Программно-аппаратный комплекс с гарантированной производительностью для исполнения и до-обучения моделей искусственного интеллекта

Что же такое Машина Скала^р

Машина – готовое решение для реализации той или иной функциональности в области построения ИТ-инфраструктуры, представляющее из себя совокупность аппаратных и программных средств, предварительно подобранных, проверенных, настроенных в лабораторных условиях, собранных в единый продукт в рамках процесса серийного производства и обеспеченных комплексной технической поддержкой и сопровождением команды экспертов в режиме одного окна.

Что термин «**Машина Скала^р**» означает для заказчиков:

- валидированный набор аппаратного и программного обеспечения – протестированная функциональность на четко определенных версиях компонентов: аппаратное обеспечение + операционная система + функциональное ПО
- настройка необходимых параметров на производстве **Скала^р** под задачу, решаемую **Машиной** у заказчика
- заводская интеграция аппаратного и программного обеспечения
- решение под ключ с упрощенной быстрой системой покупки, заказа, развертывания в ЦОД

- ощутимая экономия времени и человеческих ресурсов на подборе, валидации, закупке различных составляющих, запуске решения на площадке заказчика, тонкой настройке системы, проверке жизнеспособности, дальнейшей поддержке
- техническая поддержка и сопровождение по принципу из одного окна командой экспертов, детально знакомых с **Машиной**

Машина контейнеризации Скала^р МДИ.К может быть интересна организациям, которые:

- выбирают платформу контейнеризации в рамках импортозамещения
- предпочитают эксплуатацию платформы контейнеризации у себя в ЦОД
- хотят получить контейнерную инфраструктуру быстро и с предсказуемым результатом
- желают сфокусировать временные и человеческие ресурсы непосредственно на процессах перехода к микросервисам, не тратя их на самостоятельное проектирование и тестирование различных решений для построения контейнерной инфраструктуры
- стремятся к максимальному упрощению закупочной процедуры благодаря поставке готового решения как единого изделия
- ценят предсказуемость и легкость наращивания ресурсов контейнерной платформы за счет модульной архитектуры
- выбирают зрелое отечественное решение
- предпочитают уровень сервиса и технической поддержки на весь комплекс по принципу из одного окна, отсутствие «стыков» и «серых зон» в технической поддержке между различными производителями ПО и аппаратной части

Машина контейнеризации Скала^р МДИ.К обеспечивает выполнение перечисленных выше критериев.

Построение контейнерной инфраструктуры с использованием «Машинного подхода» имеет следующие преимущества в сравнении с интеграционным проектом (самостоятельно организованная K8s инфраструктура, «Do-It-Yourself, DIY Kubernetes»):

- отсутствие затрат на подбор компонентов, проектирование, тестирование решения
- экономия времени от принятия решения о необходимости развертывания продуктивных кластеров Kubernetes до получения готового решения в ЦОД – поставляется программно-аппаратный комплекс под ключ, после развертывания готовый для работы контейнерных приложений
- снижение затрат за счет мультиарендности – есть возможность работы на одном экземпляре Машины контейнерных приложений разных контуров (например, разработки, тестирования и продуктивных приложений) в изолированных окружениях
- прогнозируемое и легкое масштабирование **Машины**

Машина контейнеризации Скала^р МДИ.К, являясь готовым специализированным комплексом для создания контейнерной инфраструктуры, предоставляет следующие преимущества:

- bare-metal ресурсы под полезную нагрузку заказчика (минимум накладных расходов под служебные нужды, минимум дополнительных лицензионных затрат)
- управление жизненным циклом кластеров Kubernetes, в том числе динамическое перераспределение bare-metal ресурсов с использованием стандартных механизмов

- несколько опций для организации постоянного хранилища данных контейнерных приложений (persistent storage)
- возможность централизованного управления множеством K8s кластеров
- интегрированные решения по мониторингу, обеспечению высокой доступности, отказоустойчивости, управлению сертификатами, балансировке нагрузки
- подтвержденная совместимость с наложенными средствами защиты
- развертывание, запуск и сопровождение жизненного цикла контейнерных нагрузок
- возможность работы stateful и stateless приложений
- мультиарендность на базе изолированных окружений («проектов»)
- доверенная загрузка ОС на вычислительных узлах
- интеграция с широким спектром SSO-решений
- возможность управления секретами в составе платформы с помощью встроенного инструмента

3 ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ МАШИНЫ

При создании **Машины контейнеризации Скала^р МДИ.К** мы руководствовались следующими принципами:

- сохранение работоспособности **Машины** при отказе отдельных элементов системы (исключение единичных точек отказа)
- применение лучших практик по построению эффективных K8s кластеров
- размещение контейнеров с полезной нагрузкой на физических узлах (bare-metal), что обеспечивает минимальные накладные расходы вычислительных ресурсов
- горизонтальное масштабирование вычислительных ресурсов
- комплексный подход к безопасности
- обеспечение встроенных возможностей централизованного мониторинга и управления вычислительным комплексом
- разнесение подсистем управления и полезной нагрузки по разным группам физических узлов, что повышает надежность и доступность системы управления
- использование фиксированного набора аппаратного и программного обеспечения
- поддержание в стабильном состоянии версий микропрограммного обеспечения, операционных систем, программного обеспечения
- проверка совместимости аппаратных и программных компонентов **Машины**, установка оптимальных параметров для их функционирования в типовых сценариях развертывания **Машины**
- построение **Машины** с использованием доступных в настоящий момент времени сертифицированных ФСТЭК России компонентов

4 АРХИТЕКТУРА МАШИНЫ

Один экземпляр **Машины контейнеризации Скала^р МДИ.К** реализует кластер Kubernetes (K8s), исполненный при помощи контейнерной платформы **Deckhouse Kubernetes Platform Certified Security Edition Pro** от компании «Флант». Платформа значительно расширяет возможности стандартного «ванильного» Kubernetes в области организации отказоустойчивости, безопасности, мониторинга, балансировки нагрузки, опций хранения и других за счет многочисленных доработок программного обеспечения, дополняющего базовую функциональность Kubernetes.

Машина контейнеризации Скала^р МДИ.К реализует кластер DKP, схема которого представлена на Рисунке 1.

Машина реализует построение кластера, используя три физических выделенных узла управления (узлы подсистемы управления – Control Plane) с виртуальными машинами для размещения подсистемы управления кластером (Deckhouse Kubernetes Platform Control Plane на схеме) и отдельные физические вычислительные узлы (Worker-узлы), в количестве от 3 до 16, которые предоставляют свои ресурсы для подсистемы полезной нагрузки (Рисунок 1).

Общая схема кластера Deckhouse Kubernetes Platform

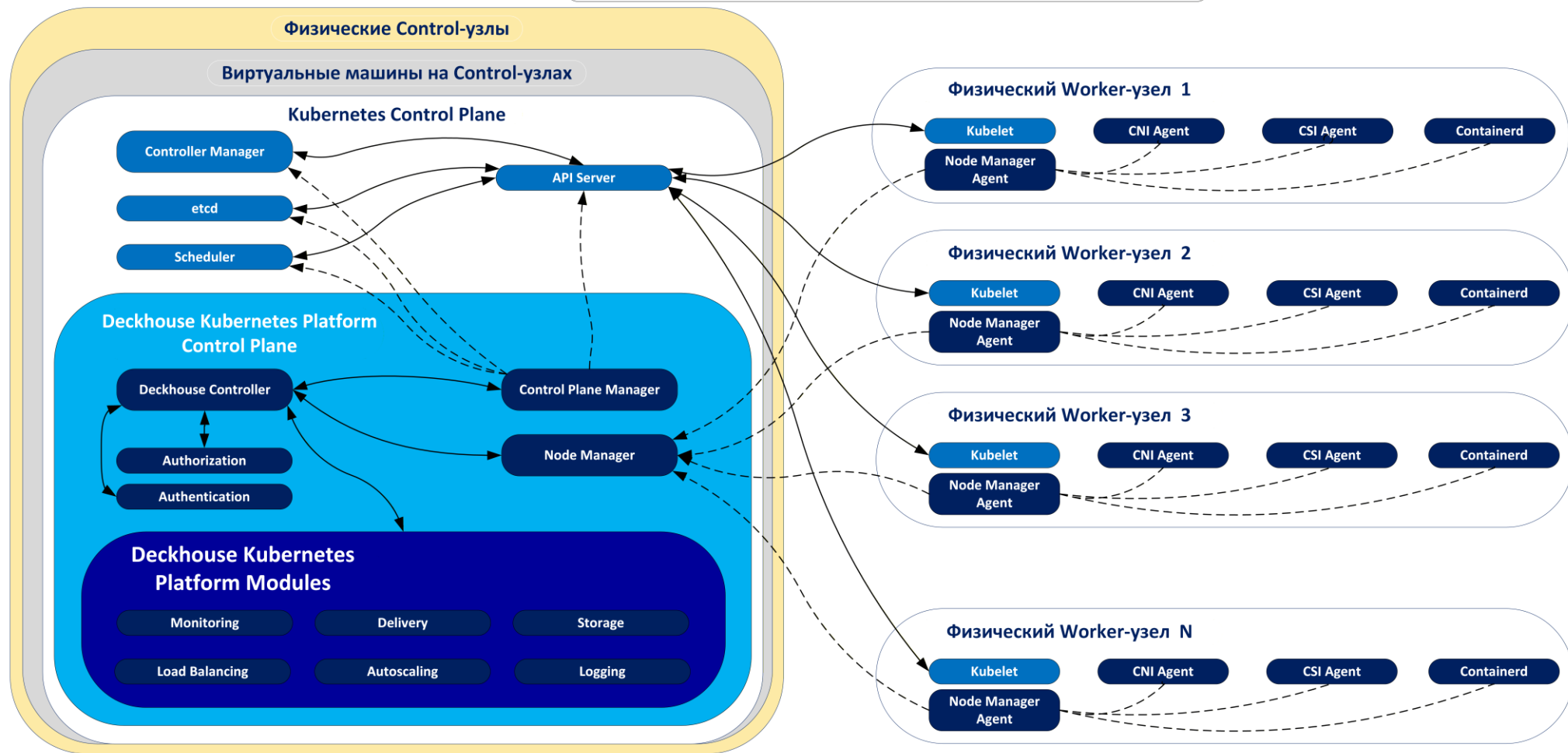


Рисунок 1. Общая схема кластера Deckhouse Kubernetes Platform, реализуемого Машиной контейнеризации Скала^р МДИ.К

Структурная схема Машины контейнеризации Скала^р МДИ.К представлена на рисунке 2.

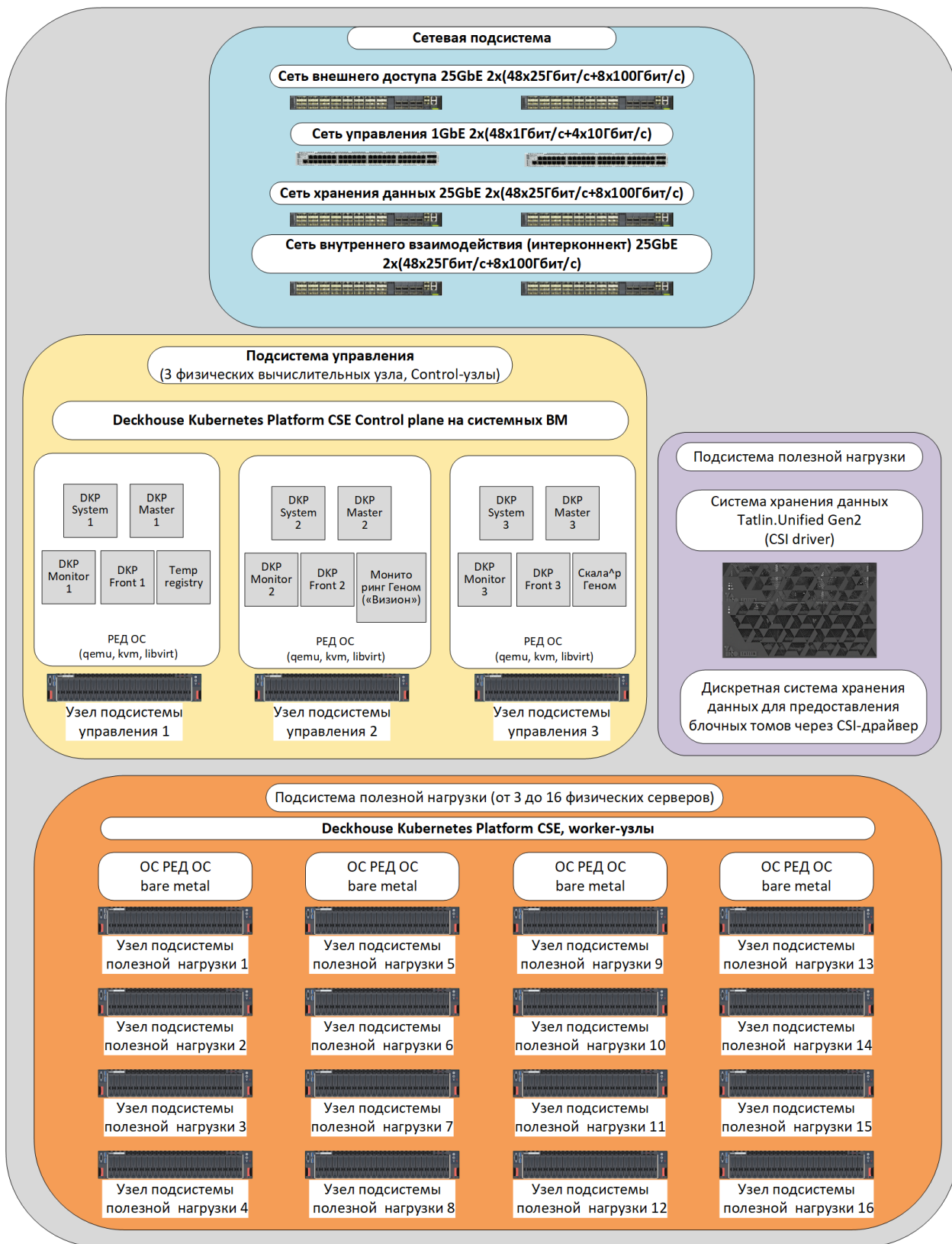


Рисунок 2. Общая архитектура Машины контейнеризации Скала^р МДИ.К

4.1 Назначение и характеристики подсистем Машины и узлов

Машину можно представить в виде следующих подсистем:

- подсистема управления
- подсистема полезной нагрузки
- сетевая подсистема

4.1.1 Подсистема управления

Подсистема управления каждого экземпляра кластера DKP представляет из себя три «shared nothing» физических вычислительных узла управления с РЕД ОС и виртуализацией на базе qemu/kvm/libvirt, на которых в виртуальных машинах (VM) развернуты необходимые управляющие компоненты кластера Kubernetes (API Server, Scheduler, etcd, Controller manager) и Deckhouse Kubernetes Platform.

Схема внутреннего устройства типового контура управления (Control Plane) кластера DKP из трех мастер-узлов представлена на рисунке ниже (Рисунок 3). Все данные о состоянии кластера хранятся в etcd – базе данных, которая реплицируется между узлами. Другие компоненты кластера управления (API Server, Scheduler, Controller manager) также реплицируются между узлами, а трафик между узлами балансируется. Если один из узлов управления выходит из строя, etcd переизбирает лидера, а кластер управления продолжает функционировать без потери данных и контроля над Worker-узлами.

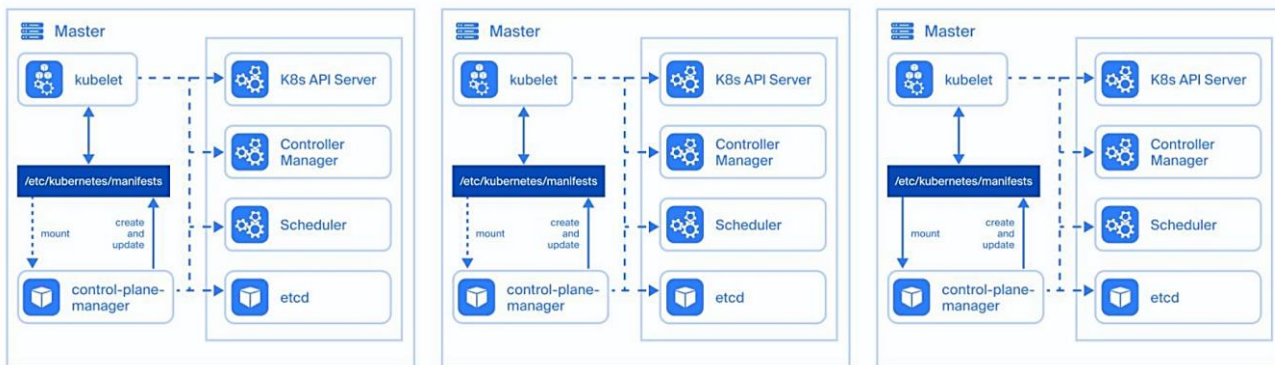


Рисунок 3. Схема внутреннего устройства типового контура управления (Control Plane) кластера DKP

Детальная информация по API Server, Controller Manager, Scheduler, etcd доступна по ссылке: <https://kubernetes.io/docs/concepts/architecture/>

Детальная информация по control-plane-manager доступна по ссылке: <https://deckhouse.ru/products/kubernetes-platform/documentation/v1/modules/control-plane-manager/>

Также на узлах подсистемы управления развернуты виртуальные машины со служебным ПО **Скала^р Генум** для автоматизации обслуживания и управления оборудованием ПАК и его мониторинга. ПО **Скала^р Генум** выполняет следующие функции:

- сбор, хранение и отображение данных мониторинга
- настройка правил оповещения
- отправка оповещений о состоянии **Машины**
- возможность интеграции с инфраструктурным ПО мониторинга контура, в котором эксплуатируется **Машина**

Можно выделить следующие роли виртуальных машин, образующих систему управления экземпляра кластера DKP (Рисунок 5):

- **DKP Master** – три VM master-vm-{1-3}, выполняющие роль мастер-узлов кластера Kubernetes (API Server, Scheduler, Controller manager, etcd, deckhouse controller, control plane manager и др.)
- **DKP System** – три VM system-vm-{1-3}, выполняющие роль узлов, предназначенных для запуска контроллеров программных модулей Deckhouse Kubernetes Platform (например, cert-manager, metallb, console, multitenancy-manager и др.)
- **DKP Monitor** – три VM mon-vm-{1-3}, выполняющие роль выделенных узлов мониторинга продуктовых метрик Deckhouse Kubernetes Platform, предназначенных для запуска таких компонентов как prometheus, grafana, memcached)
- **DKP Front** – три VM front-vm-{1-3}, выполняющие роль выделенных frontend-узлов, задача которых - обработка и балансировка входящего трафика. Также здесь может быть организован Egress gateway – единая точка обработки исходящего трафика из кластера Kubernetes
- **Temp registry** – одна VM mvk-vtemp-registry, выполняющая роль временного контейнерного реестра образов. Используется в случае развертывания **Машины** в условиях производства и дальнейшего переноса в закрытый контур. С помощью временного реестра образов производится запуск **Машины** в закрытом контуре для дальнейшего переключения **Машины** на реестр образов из окружения заказчика
- **Геном** – одна VM genom-vm-1, предназначенная для работы ПО управления **Машиной** собственной разработки **Скала^р**
- **Визион** – одна VM vision-vm-1, компонент ПО **Геном** собственной разработки **Скала^р**, предназначен для мониторинга программно-аппаратного комплекса. В этой VM реализован сбор и мониторинг ключевых метрик работы **Машины**, отображение ключевых функциональных метрик и дашбордов из мониторинга DKP

Ключевые для работы кластера сервисы функционируют на виртуальных машинах Master, System, Monitor, Front. Эти сервисы реализованы в отказоустойчивом исполнении с устойчивостью к отказу любой из виртуальных машин с указанной ролью или к потере одного физического вычислительного узла подсистемы управления целиком.

4.1.2 Подсистема полезной нагрузки

Подсистема полезной нагрузки предназначена для размещения полезной нагрузки, то есть для запуска контейнерных приложений пользователей **Машины**.

Вычислительные узлы подсистемы выполнены в виде bare-metal узлов (без слоя виртуализации – непосредственно ОС (РЕД ОС), kubelet, containerd, Container Network Interface, Container Storage Interface, агент DKP) в количестве от 3 до 16 узлов. В некоторых случаях возможны конфигурации со стартовым количеством таких узлов, равным 1. Масштабирование ресурсов подсистемы возможно с шагом в один узел.

Поскольку на вычислительных узлах подсистемы полезной нагрузки отсутствует виртуализация, для контейнеризированных приложений пользователей **Машины** доступен максимальный объем вычислительных ресурсов без существенных накладных расходов на работу гипервизора.

Предусмотрена возможность запуска как stateless (без сохранения состояния между перезапусками), так и stateful (с сохранением состояния между перезапусками) контейнерных приложений. Для этого в текущей версии **Машины** обеспечен функционал по организации persistent томов с использованием локальных накопителей в Worker-узлах, которые можно презентовать в ОС в режиме HBA или предварительно собрав RAID (0, 1, 5, 6, 10, 50, 60 на выбор, в зависимости от требуемой конфигурации и количества накопителей в узле).

Доступные опции организации хранилища на локальных накопителях в текущей версии **Машины**:

- Local Path Provisioner: модуль в Kubernetes, который позволяет динамически создавать persistent тома (Persistent Volume, PV) на основе локального дискового пространства узлов
<https://deckhouse.ru/products/kubernetes-platform/documentation/v1/modules/local-path-provisioner>
- SDS Local Volume: модуль для создания и управления локальным блочным хранилищем узлов или кластера на базе подсистемы управления дисковым пространством в Linux — LVM (Logical Volume Manager)
<https://deckhouse.ru/products/kubernetes-platform/documentation/v1/storage/admin/sds/lvm-local.html>

В подсистему полезной нагрузки может входить узел (узлы) хранения, который представляет собой аппаратную систему хранения данных YADRO TATLIN.UNIFIED Gen2 в составе **Машины**. Узел хранения предназначен для организации постоянного хранения данных контейнерных приложений.

Этот вариант организации хранения интересен в случае, если необходимо обеспечить возможность подключения persistent тома к разным Worker-узлам **Машины** в зависимости от того, на каком из них работает контейнеризированное приложение, нуждающееся в постоянном хранении.

Взаимодействие с узлом/узлами хранения (СХД) происходит посредством CSI (Container Storage Interface) драйвера, оформленного в виде программного модуля платформы DKP и дополнительно установленного в **Машину**. Доступ к узлу хранения – блочный, по протоколу iSCSI, осуществляется через выделенную дублированную сеть хранения данных в составе ПАК.

Рекомендуемая конфигурация СХД – пул на твердотельных накопителях в количестве 20-30 накопителей (большее количество накопителей не ведет к росту производительности дисковой подсистемы), уровень RAID – T-RAID 8+2, объем 1-2 накопителей выделен в качестве spare, тип пула – с косвенной адресацией, чтобы можно было использовать функционал мгновенных снимков. Подключение узла хранения (СХД) происходит через две независимых фабрики (плеча) сети хранения данных с использованием не менее четырех портов 25 GbE с каждого из двух контроллеров узла хранения (суммарно не менее 8 портов). Детальная информация по CSI YADRO TATLIN.UNIFIED находится по ссылке:

<https://deckhouse.ru/products/kubernetes-platform/documentation/v1.73/admin/configuration/storage/external/yadro.html>

Подробные сведения об узле хранения (СХД) YADRO TATLIN.UNIFIED Gen2 можно найти в документации производителя системы хранения.

4.1.3 Сетевая подсистема

Взаимодействие различных компонентов **Машины контейнеризации Скала^р МДИ.К** обеспечивается с помощью сетевой подсистемы. Схема сетевых взаимодействий **Машины** представлена на схеме (Рисунок 5).

Для организации отказоустойчивой внутренней сети кластера DKP (именование **intrcn1** на схемах (Рисунок 5 и Рисунок 6–Рисунок 8) используется пара 25 GbE сетевых узлов, объединенных в группу MLAG (сетевые узлы **intrcn-sw-{1,2}**).

При наличии в конфигурации **Машины** системы хранения данных (СХД) **Машина Скала^р МДИ.К** дополнительно оснащается парой 25 GbE сетевых узлов (физически разделенных) для организации двух независимых дублирующих друг друга фабрик сети хранения данных (сетевые узлы **san-sw-{1,2}**, сети **iscsi1** и **iscsi2** на схемах Рисунок 5 и Рисунок 6–Рисунок 8).

Пара 1 GbE сетевых узлов `mgmt-sw-{1,2}`, объединенных в MLAG, образует отказоустойчивую сеть управления **Машиной**. Сюда подключаются следующие интерфейсы (схемы Рисунок 5 и Рисунок 6–Рисунок 8):

- выделенные интерфейсы управления оборудованием через отдельный `vlan ipmi/redfish` на схемах. Поскольку сетевой интерфейс `outbound-управления` вычислительными узлами один, то он не резервируется
- интерфейсы управления операционными системами виртуальных и физических узлов **Машины**, сеть `mgmt`, по три интерфейса с каждого вычислительного узла – 2 сетевых интерфейса резервируются и собираются в `bond` на уровне ОС, третий сетевой интерфейс используется для PXE-загрузки при развертывании/восстановлении ОС
- административные консоли кластера DKP, сеть `mgmt`

Отказоустойчивость сети **mgmt** важна, так как именно через нее обеспечивается доступ узлов кластера DKP к реестру контейнерных образов (`container registry`) и пакетным репозиториям РЕД ОС Сертифицированная Редакция (должны располагаться в инфраструктуре за пределами **Машины контейнеризации**). Отсутствие доступа к реестру контейнерных образов в определенных ситуациях может приводить к невозможности запуска контейнеризированного приложения в **Машине**.

Схема сетей Скала^р МДИ.К

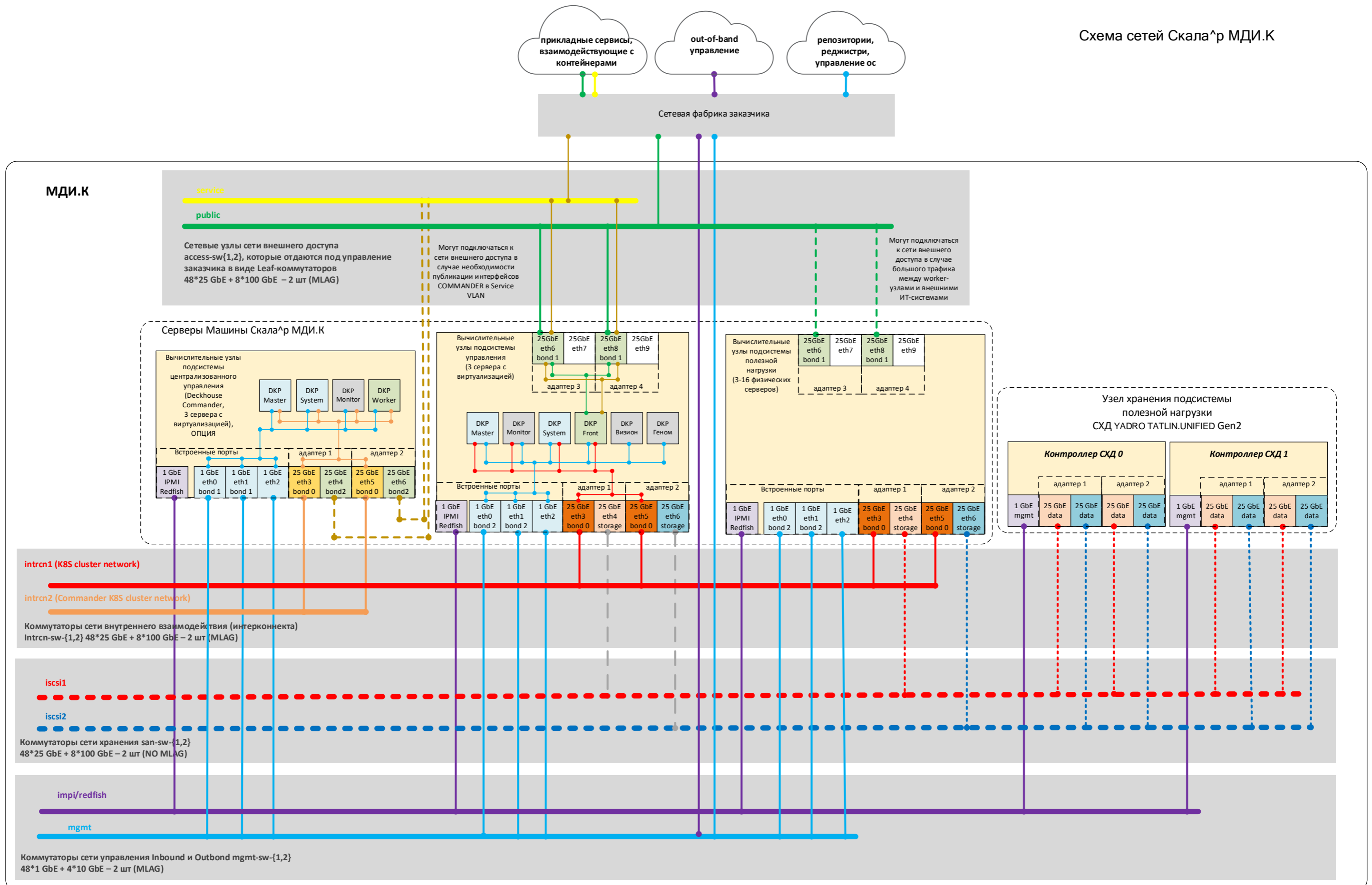


Рисунок 4. Схема сетей Машины контейнеризации Скала^р МДИ.К (легенда на рисунке ниже)

ЛЕГЕНДА

public – сеть для подключения к инфраструктуре полезной нагрузки заказчика

service – сеть для подключения к консолям DKP, к API кластера для пользователей K8S платформы

intrcn1 (K8S cluster network) – сеть кластера Deckhouse Kubernetes Platform, в котором размещаются сами полезные контейнерные нагрузки заказчика

intrcn2 (Commander K8S cluster network) – сеть кластера Deckhouse Kubernetes Platform, в котором размещается Deckhouse Commander (инструмент централизованного управления)

iscsi1 – первое плечо выделенной сети хранения данных для работы с томами СХД YADRO TATLIN.UNIFIED Gen2

iscsi2 – второе плечо выделенной сети хранения данных для работы с томами СХД YADRO TATLIN.UNIFIED Gen2

ipmi/redfish – сеть управления оборудованием через выделенные интерфейсы удаленного управления, IPMI/Redfish серверов, консоль управления СХД

mgmt – сеть управления ОС, доступ к репозиториям, к реджистри, централизованное управление кластерами Deckhouse Kubernetes Platform

<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">25 GbE eth7</div> <p>- не используемый порт (для будущего применения)</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">25 GbE eth3 storage</div> <p>- порт, подключенный к плечу iscsi1 сети хранения данных</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">25 GbE eth5 bond2</div> <p>- порт, подключенный к сети внешнего доступа и сети service</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">25 GbE eth5 storage</div> <p>- порт, подключенный к плечу iscsi2 сети хранения данных</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">1 GbE eth0 bond 2</div> <p>- порт, подключенный к сети управления inbond</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">25 GbE eth2 bond 0</div> <p>- порт, подключенный к сети внутреннего взаимодействия продуктивного кластера/кластеров DKP (intrcn1)</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">1 GbE IPMI Redfish</div> <p>- порт, подключенный к сети управления outbond</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">25 GbE eth2 bond 0</div> <p>- порт, подключенный к сети внутреннего взаимодействия кластера Централизованного управления конфигурациями кластеров DKP Commander (intrcn2)</p>

Рисунок 5. Легенда к схеме сетей Машины контейнеризации Скала^р МДИ.К

На схеме (Рисунок 5) можно заметить не упоминавшиеся ранее сети (**public**, **service**, **intrcn2**), еще одну пару сетевых узлов 25 GbE (`access-sw-{1,2}`) и узлы централизованного управления. Далее несколько слов об этих компонентах **Машины МДИ.К**.

Для взаимодействия контейнерных приложений с приложениями, находящимися за пределами Машины, для доступа devops-специалистов команд разработки/поддержки к консоли контейнерной платформы, к API различных компонентов контейнерной платформы, **Машина** должна быть подключена к соответствующим сетям заказчика. Данное подключение осуществляется подключением двух портов 25 GbE каждого из узлов подсистемы управления к сетевым узлам внешнего доступа `access-sw-{1,2}` (Рисунок 5, образуют bond 1) и подключением uplink-портов этих сетевых узлов в существующую сетевую инфраструктуру заказчика. При этом необходимо настроить соответствующим образом разбор vlan на стороне **Машины** и встроенные в **Машину** балансировщик сетевого трафика metallb и ingress controller Nginx.

Детальная информация о metallb находится по ссылке:

<https://deckhouse.ru/products/kubernetes-platform/documentation/v1/modules/metallb/>

Детальная информация о ingress-nginx находится по ссылке:

<https://deckhouse.ru/products/kubernetes-platform/documentation/v1/modules/ingress-nginx/>

На схеме сетей **Машины** (Рисунок 5) узлы внешнего доступа `access-sw-{1,2}` — это самая верхняя пара сетевых узлов, с помощью которой реализованы сети **public** и **service**:

- **public** – это абстракция различных сетей заказчика, приложения из которых будут взаимодействовать с контейнерными приложениями, запущенными в **Машине**
- **service** – это абстракция сетей, через которые devops инженеры команд разработки/поддержки контейнерных приложений, работающих в **Машине**, получают доступ к различным консолям, API-интерфейсам компонентов контейнерной платформы в пользовательском режиме

При создании **Машины контейнеризации Скала^р МДИ.К** также предусмотрен сценарий централизованного управления несколькими кластерами DKP с помощью специализированного ПО Deckhouse Commander.

Детальная информация о Deckhouse Commander находится по ссылке:

<https://deckhouse.ru/products/kubernetes-platform/modules/commander/stable/>

ПО Deckhouse Commander работает в качестве контейнеризированного приложения в служебном кластере DKP. Служебный кластер DKP развернут в виртуальных машинах «DKP Worker» (Рисунок 5) на трех физических «shared nothing» вычислительных узлах с виртуализацией на базе qemu/kvm/libvirt.

Для организации взаимодействия компонентов служебного кластера DKP используется выделенная отказоустойчивая сеть (именование **intrcn2**, Рисунок 5).

ПО Deckhouse Commander не является обязательным в составе **Машины**. Он применим в случае необходимости централизованно управлять конфигурацией значительного количества кластеров DKP.

Также на схеме сетей **Машины МДИ.К** (Рисунок 5) присутствуют соединения, которые обозначены как возможные в зависимости от вариантов использования **Машины**:

- Для Worker-узлов подсистемы полезной нагрузки – это подключение к **public** сети. Оно может потребоваться в сценарии очень интенсивного сетевого взаимодействия между контейнерными приложениями в **Машине** и приложениями, находящимися за пределами **Машины**. Например, в случае обработки в контейнерных приложениях данных из внешних баз данных или иных хранилищ
- Для узлов подсистемы управления – это подключение к сетям хранения **iscsi1** и **iscsi2**. Это предусмотрено на случай появления необходимости использовать дисковые ресурсы внешней системы хранения данных при работе компонентов

управления **Машины**. Как пример - дополнительное дисковое пространство для хранения данных мониторинга

- Для узлов подсистемы централизованного управления – это подключение к сети **service**. Такое подключение может потребоваться в случае необходимости организации доступа devops-инженеров команд разработки/поддержки контейнерных приложений к узлам Commander и будущим централизованным сервисам, которые могут появиться в составе подсистемы

При возможности совмещения разного типа трафика (в том числе трафика сети хранения) на одном наборе физических сетевых узлов, сетевое взаимодействие компонентов **Машины** можно обеспечить одной парой 25 GbE сетевых узлов (mvk-1-all_in_one-sw-{1-2} – см. Рисунок 10), на которых совмещаются сети intrcn1, intrcn2, iscsi1, iscsi2, service и public, и парой 1 GbE сетевых узлов (mgmt-sw-{1,2}, сети ipmi/redfish и mgmt), см. раздел 4.2.1.

Варианты организации сетевой подсистемы рассмотрены также в разделе 4.2.

Для визуализации устройства **Машины**, ниже приводятся типовые схемы физического подключения к сети каждого из компонентов **Машины** (Рисунок 6 – Рисунок 8).

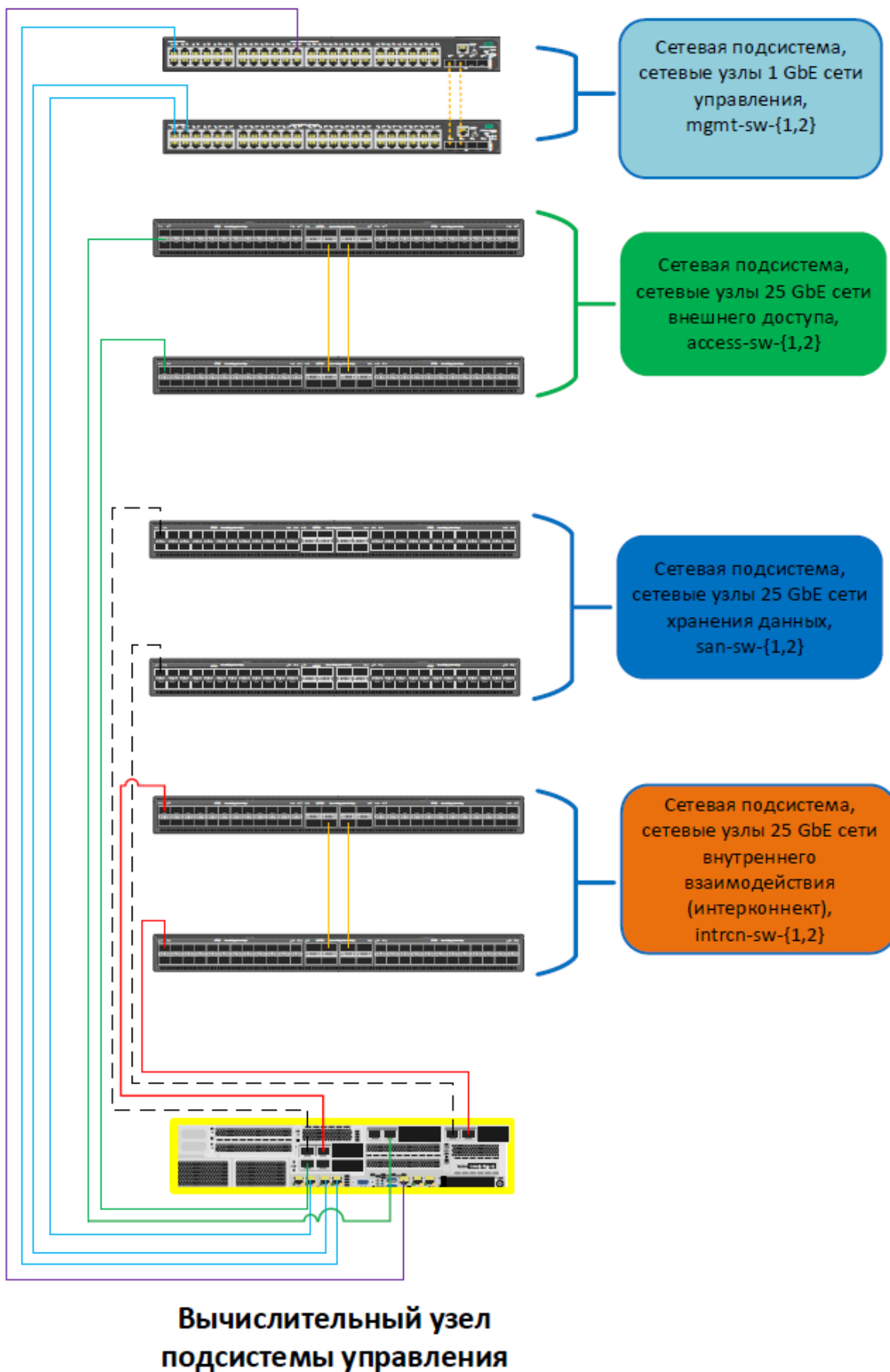


Рисунок 6. Типовая схема подключения вычислительного узла подсистемы управления к сетевым узлам Машины контейнеризации Скала^р МДИ.К. (Легенда ниже, на рисунке 9)

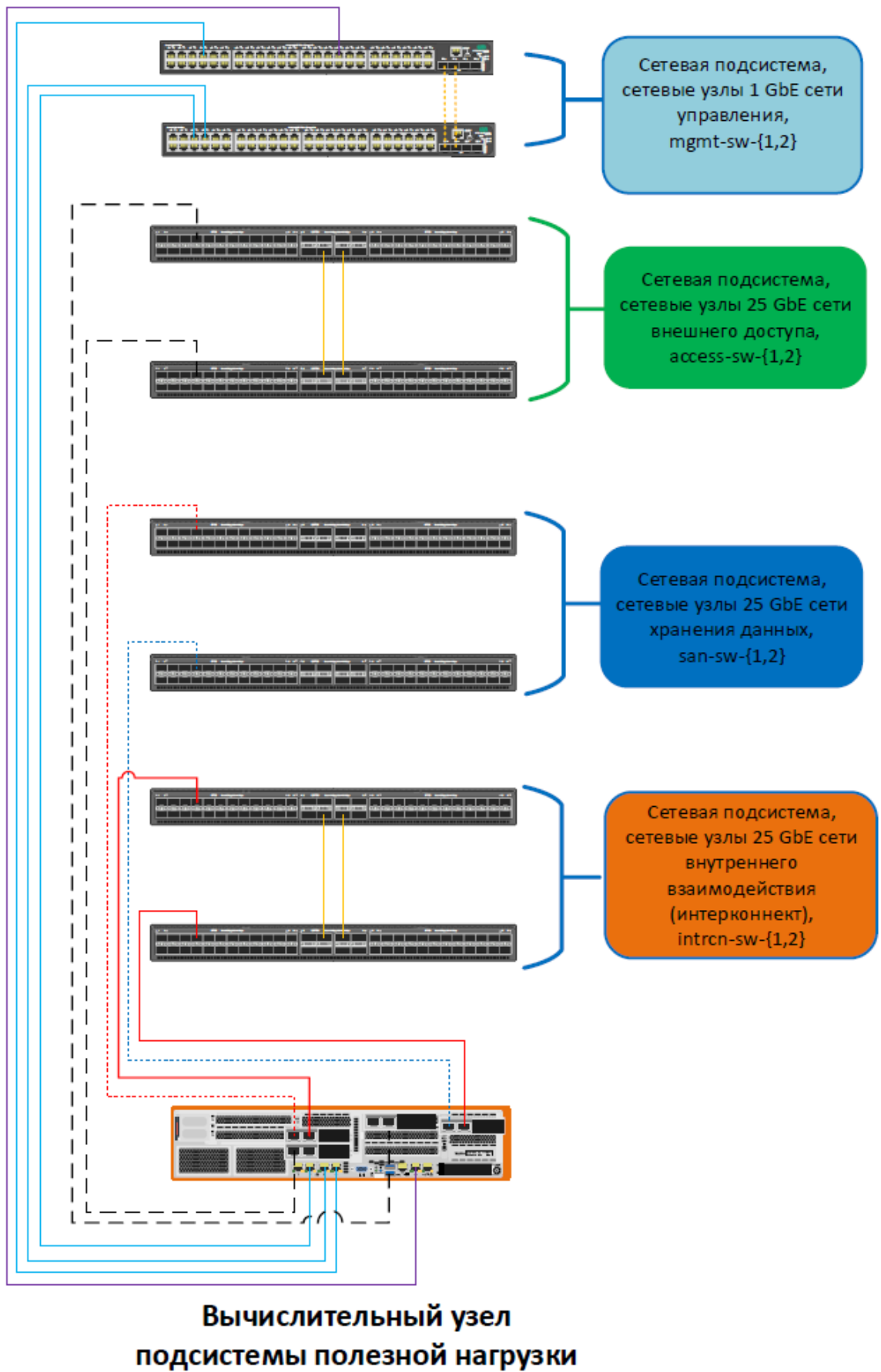


Рисунок 7. Типовая схема подключения вычислительного узла подсистемы полезной нагрузки к сетевым узлам Машины контейнеризации Скала^р МДИ.К. (Легенда ниже, на рисунке 9)

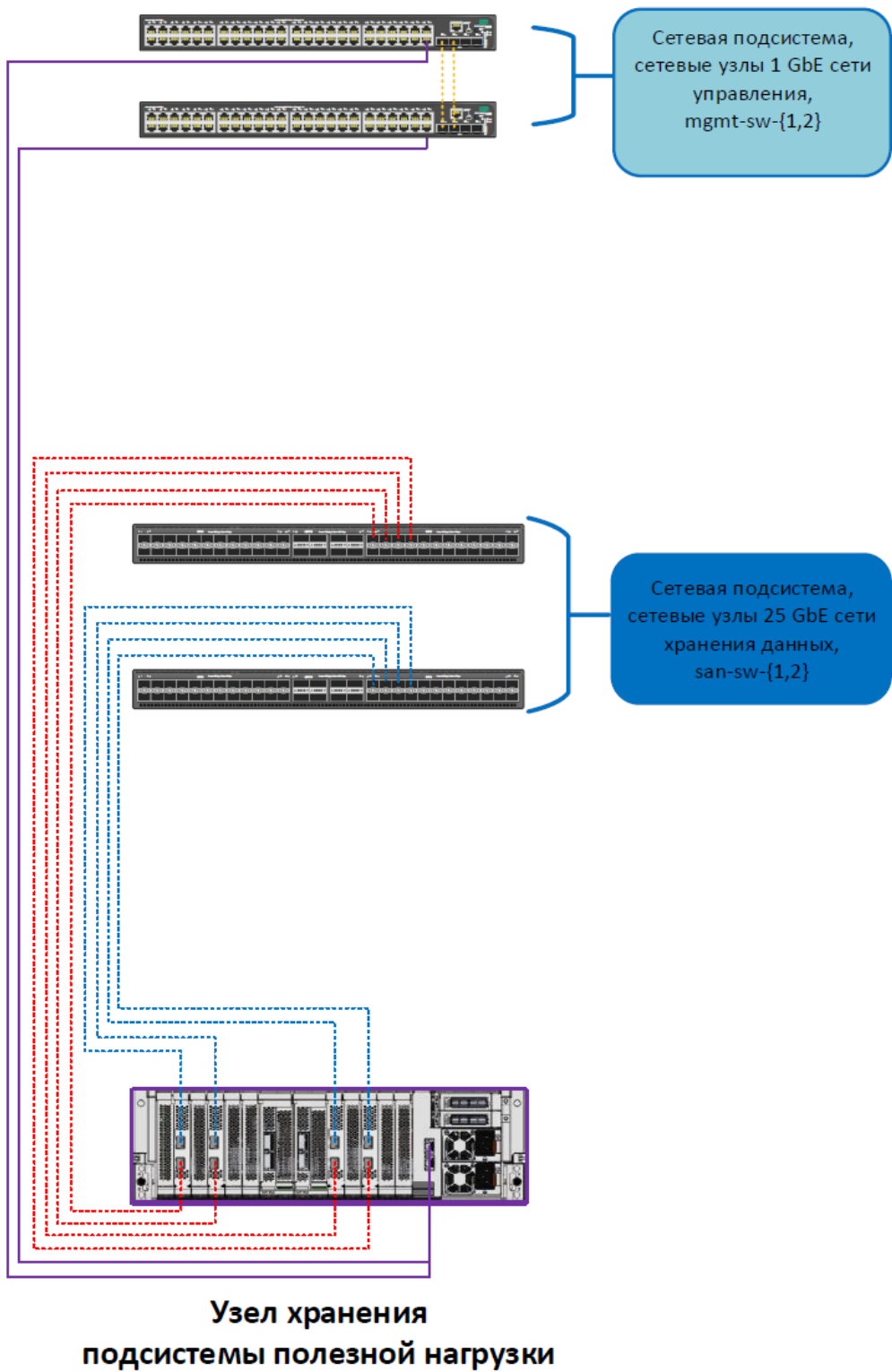


Рисунок 8. Типовая схема подключения узла хранения подсистемы полезной нагрузки к сетевым узлам Машины контейнеризации Скала^р МДИ.К. (Легенда ниже, на рисунке 9)

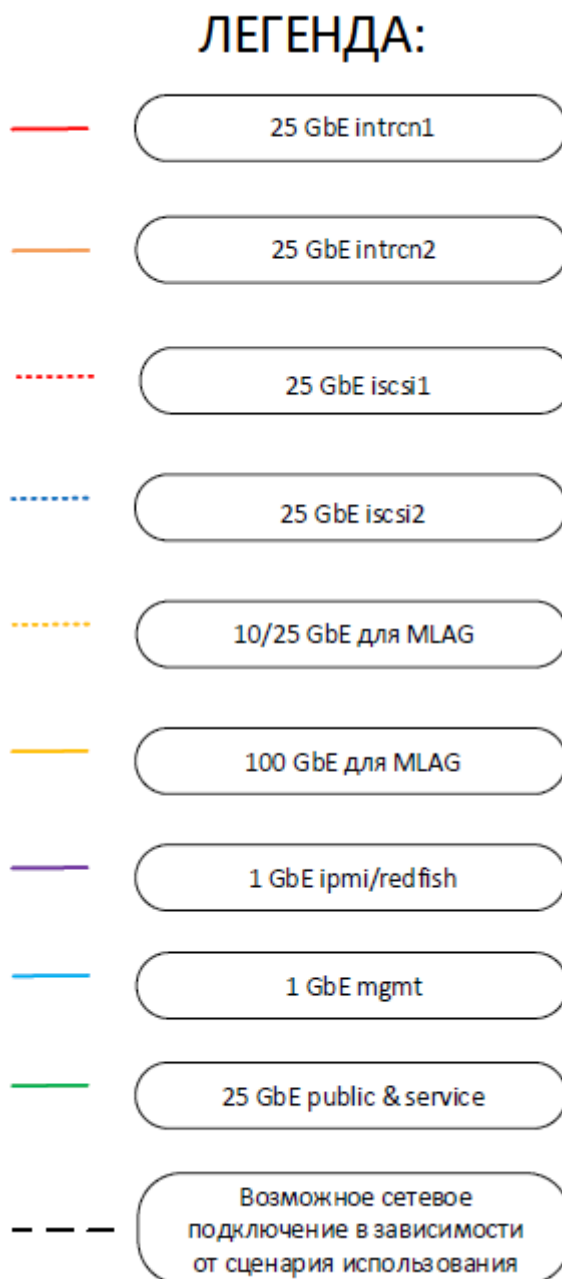


Рисунок 9. Легенда для схем подключения вычислительных узлов к сетевым узлам Машины контейнеризации Скала^р МДИ.К (рисунки 6 – 8)

4.2 Варианты организации сетевой подсистемы

В зависимости от требований к конфигурации сети **Машины**, в сетевой подсистеме может быть различное количество сетевых узлов.

Два выделенные узла сети управления 48x1 GbE есть всегда, к ним подключаются интерфейсы IPMI (BMC) и гигабитные сетевые интерфейсы вычислительных узлов для доступа по SSH к ОС и для обеспечения развертывания ОС средствами **Скала^р Геном**.

Сеть внутреннего взаимодействия (интерконнект), внешнего доступа и сеть хранения данных может быть или объединена в одной паре сетевых узлов 25 GbE (при этом всегда для сетей public, iscsi1, iscsi2, intercn используются выделенные сетевые порты на вычислительных и сетевых узлах), или могут использоваться отдельные дополнительные пары сетевых узлов 25 GbE, до трех пар в максимальной конфигурации.

В **Машине Скала^р МДИ.К** используются 3 варианта организации сетевой подсистемы:

- Вариант «все в одном», предполагающий совмещение в паре физических сетевых узлов функций сетевых узлов внешнего доступа, сети интерконнекта и сети хранения данных (SAN)
- Вариант, предполагающий разделение сетевых узлов внешнего доступа и сетевых узлов внутреннего взаимодействия **Машины**. Сеть хранения, если применяется, может быть расположена на отдельных физических портах сетевых узлов внутреннего взаимодействия **Машины** или сетевых узлов внешнего доступа
- Вариант с выделенными сетевыми узлами сетей внешнего доступа, интерконнекта и сети хранения данных

4.2.1 Вариант организации сетевой подсистемы «все в одном»

Схема этого варианта представлена на рисунке ниже (Рисунок 10).

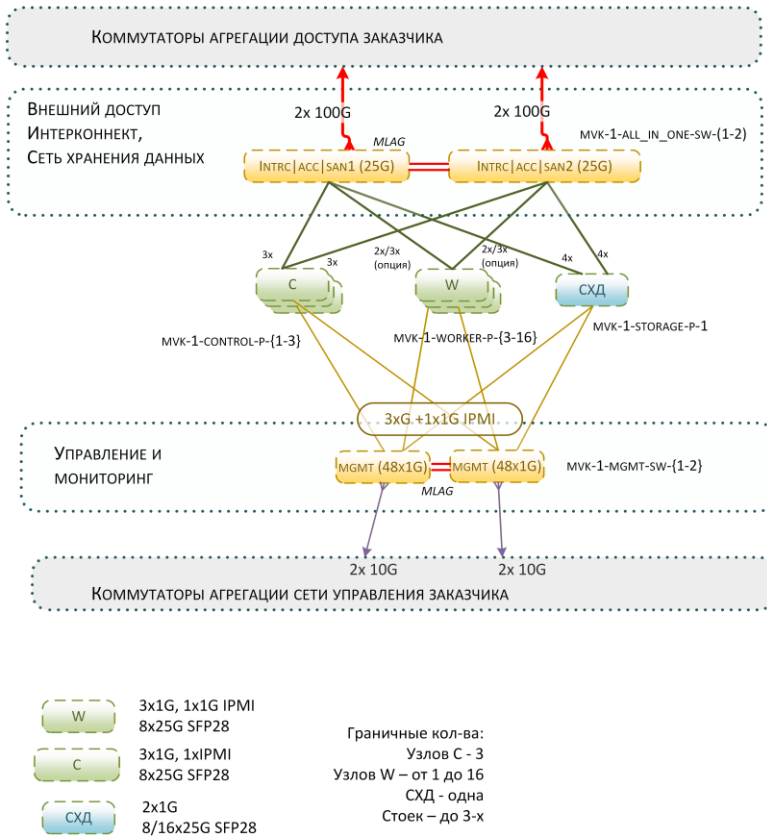
В этой схеме пара сетевых узлов mvk-1-all_in_one-sw-{1-2} на схеме совмещает в себе функции сетевых узлов внешнего доступа, сети интерконнекта и сети хранения данных (SAN).

Такая схема возможна, если нет требований по физическому разделению сетей внешнего доступа и интерконнекта с SAN на уровне разных сетевых узлов.

В сценарии использования **МДИ.К**, **предполагающем** интенсивное сетевое взаимодействие между прикладной нагрузкой в **Машине** и приложениями, находящимися за её пределами, может быть обеспечено прямое сетевое подключение каждого Worker-узла к сети Public внешнего сетевого доступа.

**ВАРИАНТЫ ОРГАНИЗАЦИИ
СЕТЕВОЙ ПОДСИСТЕМЫ**
Скала^Ар МДИ.К

Все в одном
(ACCESS+INTRC+SAN 25G)



- 100 Гбит/с ● Сеть 100G
- 25 Гбит/с ● Сеть 25G
- 10 Гбит/с ● Сеть 10G
- 1 Гбит/с ● RJ45 1G

- Вычислительные узлы**
- C** КООРДИНАЦИИ (ЛОКАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ) – CONTROL-УЗЛЫ
 - W** РАБОЧИЕ узлы (ДЛЯ РАБОТЫ КОНТЕЙНЕРОВ ПОТРЕБИТЕЛЯ) (WORKER)

- Сетевые узлы**
- (25G)** 48x 25G SFP28
8x 100G QSFP28
 - (48x1G)** 48x 1G, 4x 10G SFP+

сет. узлы управления подключаются в том числе к остальным сет. Узлам (эти линии не показаны)

ОСОБЕННОСТИ ПОДКЛЮЧЕНИЯ УЗЛОВ К СЕТЯМ

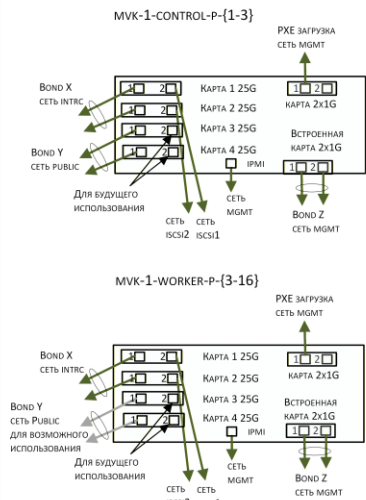


Рисунок 10. Схема варианта организации сетевой подсистемы «все в одном»

4.2.2 Вариант организации сетевой подсистемы с разделением сетевых узлов внешнего доступа и внутреннего трафика

Схема этого варианта представлена на рисунке ниже (Рисунок 11).

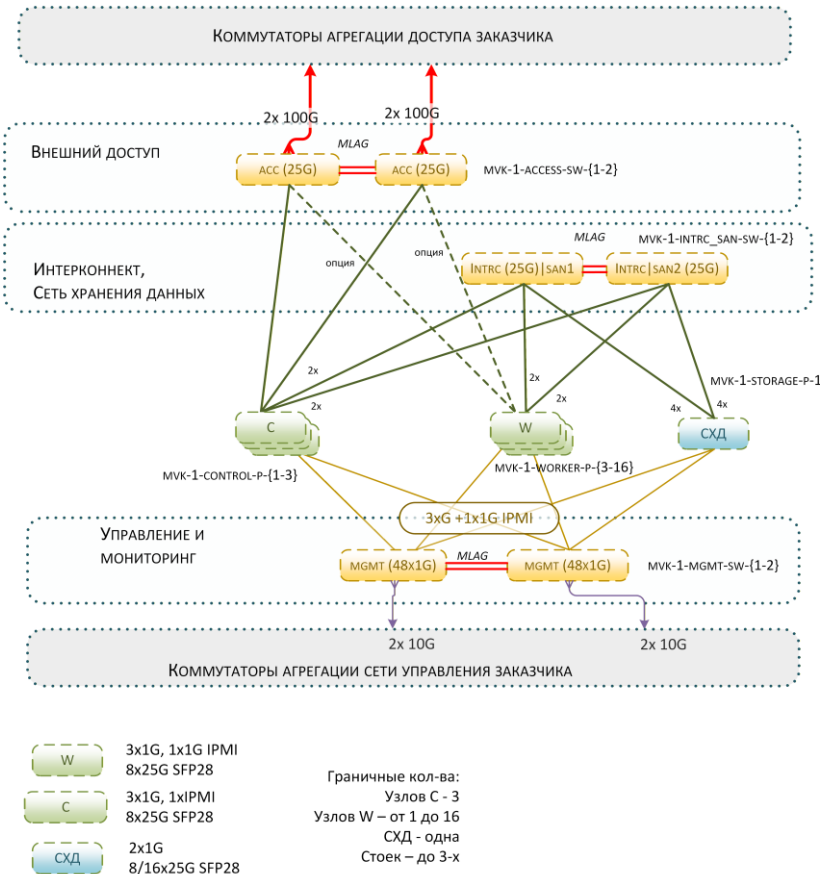
В этой схеме внешний доступ (сети public и service) подключаются через выделенную пару сетевых узлов mvk-1-access-sw-{1-2} (ACC на схеме), а сети интерконнект (intrc) и SAN (iscsi1, iscsi2) подключаются через общую пару сетевых узлов mvk-1-intrc_san-sw-{1-2}. Эта пара совмещает в себе функции сетевых узлов сети интерконнекта и сетевых узлов сети SAN.

Такая схема применяется, если есть требование по физическому разделению сетей внешнего доступа и внутренних сетей интерконнекта и сети хранения данных (SAN) на уровне разных сетевых узлов, но необязательно физически разделять сетевые узлы интерконнекта и сетевые узлы сети SAN.

При этом соблюдается правило, что порты интерконнекта резервируются объединением сетевых узлов в группу MLAG, а порты доступа к СХД резервируются дублированием физических путей к СХД через разные сетевые узлы и сетевые карты в узлах подсистемы управления и подсистемы полезной нагрузки.

ВАРИАНТЫ ОРГАНИЗАЦИИ СЕТЕВОЙ ПОДСИСТЕМЫ Скала^Ар МДИ.К

Выделенные сетевые узлы
ACCESS, INTRC+SAN



- 100 Гбит/с ● Сеть 100G
- 25 Гбит/с ● Сеть 25G
- 10 Гбит/с ● Сеть 10G
- 1 Гбит/с ● RJ45 1G

Вычислительные узлы

- C: КООРДИНАЦИИ (ЛОКАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ) – CONTROL-узлы
- W: РАБОЧИЕ узлы (ДЛЯ РАБОТЫ КОНТЕЙНЕРОВ ПОТРЕБИТЕЛЯ) (WORKER)

Сетевые узлы

- (25G): 48x 25G SFP28, 8x 100G QSFP28
- (48x1G): 48x 1G, 4x 10G SFP+

сет. узлы управления подключаются в том числе к остальным сет. Узлам (эти линии не показаны)

ОСОБЕННОСТИ ПОДКЛЮЧЕНИЯ УЗЛОВ К СЕТЯМ

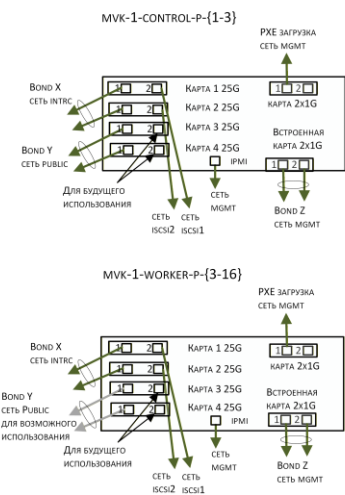


Рисунок 11. Схема варианта организации сетевой подсистемы с разделением сетевых узлов внешнего доступа и сетевых узлов внутреннего трафика

4.2.3 Вариант организации сетевой подсистемы с выделенными сетевыми узлами сетей внешнего доступа, интерконнекта и сети SAN

Схема этого варианта представлена на рисунке ниже (Рисунок 12).

В этой схеме внешний доступ (сети public, service) подключается через выделенную пару сетевых узлов mvk-1-access-sw-{1-2}, сеть интерконнекта (intrcn) – через пару сетевых узлов mvk-1-intrc-sw-{1-2}, сети SAN (iscsi1, iscsi2) – через пару сетевых узлов mvk-1-san-sw-{1-2}.

Такая схема возможна, если есть требование по физическому разделению сетей внешнего доступа, сети интерконнекта, сети хранения данных (SAN) на уровне разных сетевых узлов.

Также такая схема рекомендована к применению, если ожидается большая нагрузка на все или какие-либо из указанных сетей.

ВАРИАНТЫ ОРГАНИЗАЦИИ СЕТЕВОЙ ПОДСИСТЕМЫ Скала^р МДИ.К

Выделенные сетевые узлы ACCESS, INTRCN, SAN

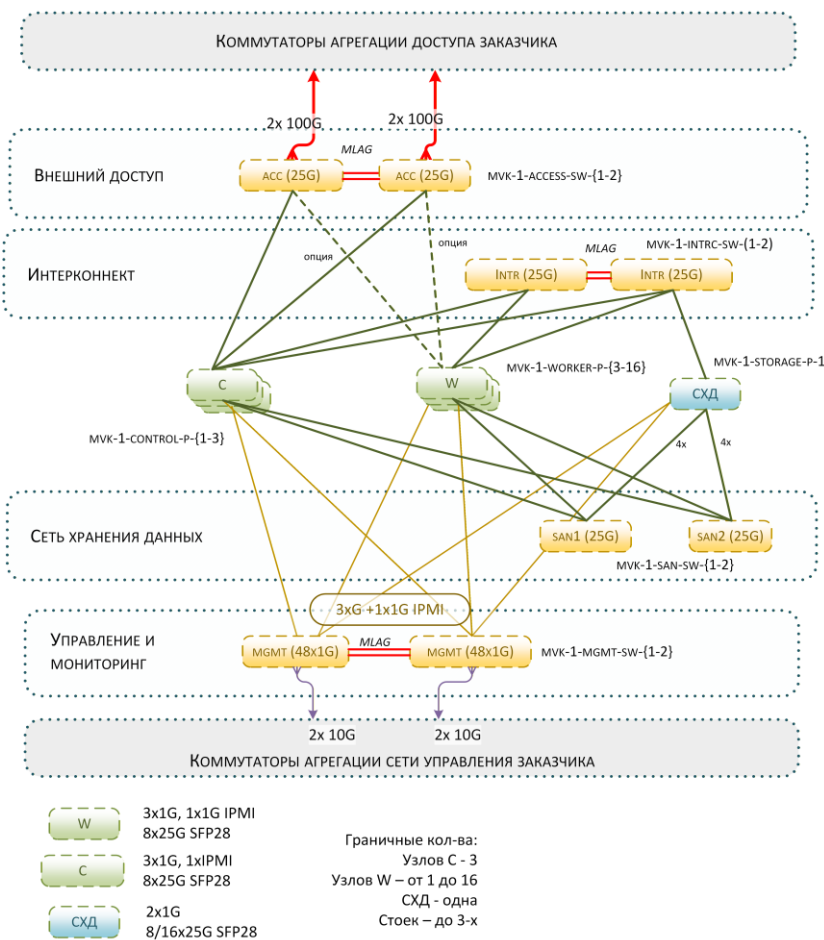


Рисунок 12. Схема варианта организации сетевой подсистемы с выделенными сетевыми узлами сетей внешнего доступа, интерконнекта и сети SAN

4.3 Аппаратное обеспечение вычислительных узлов

Аппаратное обеспечение узлов подсистемы управления и подсистемы полезной нагрузки подобрано из соображений максимальной унификации.

Типовая конфигурация вычислительного узла подсистемы управления, узлы mvk1-control-p-{1-3} (Рисунок 12):

- CPU 2x32-core с тактовой частотой от 2.0 ГГц
- 16x32 Гбайт ОЗУ
- 16-ти портовый аппаратный RAID-контроллер с поддержкой смешанного режима работы
- от 4x1.92 Тбайт накопителей SAS SSD с поддержкой горячей замены
- 4x 2x25 GbE сетевых порта (для реализации всех возможных сценариев подключений)
- 3x 1 GbE сетевых порта, выделенный интерфейс IPMI (BMC) 1 GbE
- дублированные блоки питания

Типовая конфигурация вычислительного узла подсистемы полезной нагрузки, узлы worker-p-{3-16}:

- CPU 2x32-core с тактовой частотой от 2.0 ГГц
- 16x32 Гбайт ОЗУ
- 16-ти портовый аппаратный RAID-контроллер с поддержкой смешанного режима работы
- от 4x1.92 Тбайт накопителей SAS SSD с поддержкой горячей замены
- 4x 2x25 GbE сетевых порта (для реализации всех возможных сценариев подключений)
- 3x 1 GbE сетевых порта, выделенный интерфейс IPMI (BMC) 1GbE
- дублированные блоки питания

Конфигурацию вычислительного узла подсистемы управления (Control-узла) рекомендуется не менять. Исключением можно считать увеличение количества используемых твердотельных накопителей, что может быть целесообразно при использовании заказчиком ресурсов узлов для организации достаточно глубокого хранения данных мониторинга **Машины** и DKP кластера, требующего существенного объема (речь о терабайтах) дискового пространства.

Конфигурацию вычислительного узла подсистемы полезной нагрузки (Worker-узла) менять можно в соответствии с нижеследующими рекомендациями.

CPU (процессор) – рекомендуемая актуальная модель процессора подбирается из соображений оптимальности параметра ядро/цена. То есть, Worker-узел получает наибольшее количество ресурсов (ядер CPU) за наименьшие деньги при использовании рекомендуемого CPU, что является ключевым фактором, если говорить про контейнерные нагрузки в целом. В случае понимания, что **Машина** целиком или часть Worker-узлов будут использоваться для специфических нагрузок, выигрывающих от частоты CPU, в Worker-узлах можно использовать более высокочастотный процессор.

Worker-узлы – в составе **Машины** возможно использовать несколько типов Worker-узлов, отличающихся моделью процессора, количеством оперативной памяти, количеством и ресурсом твердотельных накопителей (DWPD=1, DWPD=3).

Разные типы Worker-узлов кластер DKP будет различать по меткам узлов, по ним можно будет распределять поды по узлам нужного типа.

ОЗУ (RAM) – основным правилом конфигурации памяти в Worker-узлах является использование 16 модулей памяти. При таком количестве обеспечивается максимальная производительность подсистемы памяти в вычислительных узлах. Рекомендуемый вариант 16x32 Гбайт выбран из соображений обеспечения достаточного объема памяти на одно процессорное ядро (рекомендация -- 8 Гбайт на ядро). Если для контейнерных приложений, которые предполагается размещать в **Машине**, необходим больший объем оперативной памяти на Worker-узел, можно регулировать объем оперативной памяти на Worker-узел путем изменения объема одного модуля памяти, но с обязательным сохранением количества используемых модулей. Примеры таких конфигураций оперативной памяти Worker-узла: 16x16 Гбайт (256 Гбайт), 16x32 Гбайт (512 Гбайт), 16x64 Гбайт (1024 Гбайт), 16x128 Гбайт (2048 Гбайт).

Диски (локальные накопители) – количество локальных накопителей в узлах модуля полезной нагрузки можно варьировать.

Типовая конфигурация состоит из 16 слотов под твердотельные накопители, которые используются следующим образом:

- 2 накопителя в RAID1 для размещения ОС

- от 2-х накопителей в RAID1/10 для эфемерной дисковой емкости для запуска контейнеров
- от 2-х накопителей в режиме HBA или RAID для использования в качестве локального хранилища, организованного с помощью программно-определяемого хранилища (SDS) Local Volume

4.4 Размещение оборудования в серверных шкафах

Типовая схема размещения оборудования в составе **Машины Скала^р МДИ.К** в серверных шкафах для визуализации расположения одного экземпляра **Машины** в центре обработки данных приведена на Рисунке 13. Схема приведена для конфигурации с максимальным количеством Worker-узлов (16). В шкафу 1 в данной схеме размещаются сетевые узлы сетей внутреннего взаимодействия, внешнего доступа, хранения и управления, вычислительные узлы управления и узел хранения (СХД). В шкафах 2 и 3 размещаются Worker-узлы.

Размещение оборудования по серверным шкафам в конкретном ЦОД обусловлено параметрами энергопотребления и возможностями отвода тепла, выделяемого оборудованием в процессе работы, системой кондиционирования ЦОД. В приведенной схеме размещения оборудования по трем серверным шкафам параметры серверного шкафа по электрической мощности и отводу тепла приняты равными 8 кВт. В случае, если эти параметры будут другими, как в большую, так и в меньшую сторону, схема расположения оборудования и количество необходимых для размещения **Машины** серверных шкафов будет меняться.

При расчетах **Машин МДИ.К** по запросам заказчиков предлагается рассчитанная схема размещения оборудования в шкафах, исходя из предоставленной информации об электрической мощности стойко-места.

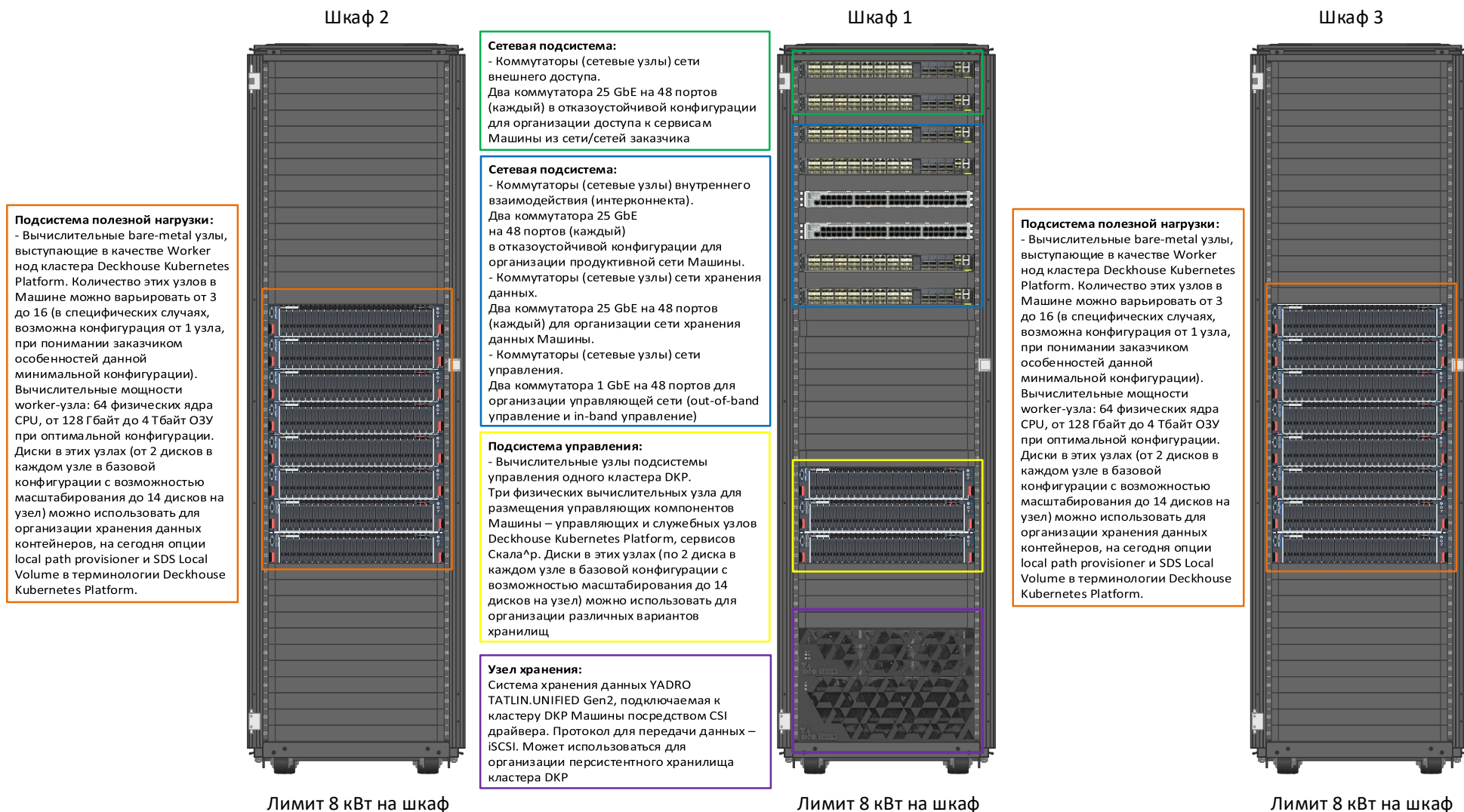


Рисунок 13. Типовая схема размещения оборудования в составе Машины контейнеризации Скала^Ар МДИ.К в серверных шкафах при энергопотреблении на один шкаф в 8 кВт.

5 ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА

Техническая поддержка **Машины** осуществляется по принципу «одно окно». Доступны следующие режимы технической поддержки:

- 9×5 (рабочие дни, рабочие часы, московский часовой пояс)
- 24×7 (круглосуточно, круглогодично)
- авансовая замена неисправных компонентов
- опция невозврата накопителей

Срок действия технической поддержки от 1 года до 5 лет, доступно продление технической поддержки периодами на 1 год до 5 лет. Пакет услуг по технической поддержке на первый год обязателен к приобретению.

По принципу из одного окна сервисное подразделение **Скала^р** оказывает техническую поддержку на следующие компоненты **Машины**:

- аппаратное обеспечение **Машины** (вычислительные и сетевые узлы, узлы хранения, пассивное оборудование – патч-корды, шкаф и его компоненты (при заказе))
- операционные системы узлов
- платформа для управления контейнерными нагрузками
- ПО управления и мониторинга **Скала^р**

Качество технической поддержки обеспечивается едиными стандартами гарантийного и постгарантийного технического обслуживания.

Состав типовых пакетов услуг по технической поддержке **Машины контейнеризации Скала^р МДИ.К** представлен в таблице 1.

Таблица 1 — Пакеты услуг по технической поддержке

Услуги	Пакет «9×5»	Пакет «24×7»
«Режим предоставления услуг 9×5» (в рабочее время по рабочим дням)	+	—
«Режим предоставления услуг 24×7» (круглосуточно)	—	+
Предоставление доступа к системе регистрации запросов/инцидентов Service Desk	+	+
Предоставление доступа к базе знаний по продуктам Скала^р	+	+
Предоставление обновлений лицензионного ПО Скала^р	+	+

Услуги	Пакет «9×5»	Пакет «24×7»
Диагностика, анализ и устранение проблем в работе комплекса Скала^р , включая: <ul style="list-style-type: none"> ■ устранение аппаратных неисправностей ■ техническое сопровождение ПО 	+	+
Консультации по работе комплекса Скала^р	+	+
«Защита конфиденциальной информации» (неисправные носители информации не возвращаются заказчиком)	Опция	Опция
Замена и ремонт оборудования по месту установки	+	+
Доставка оборудования на замену за счет производителя	+	+
Расширенные параметры обслуживания	—	+
Времена реагирования и отклика, не более:		
Время регистрации обращений	30 минут, рабочие часы (9×5)	30 минут, круглосуточно (24×7)
Подключение специалиста к решению инцидентов критичного и высокого уровней	В течение 1 рабочего часа (9×5)	В течение 1 часа (24×7)

Примечание к срокам ремонта оборудования

В **Машине контейнеризации Скала^р МДИ.К** заложена отказоустойчивость к выходу из строя отдельных компонентов и узлов, поэтому нет необходимости в обеспечении дорогостоящего сервиса срочного восстановления оборудования в течение суток и менее. В комплексе предусмотрено резервирование основных компонентов, позволяющее сохранять данные и работоспособность при выходе из строя накопителей и/или вычислительных и сетевых узлов.¹

¹ При соблюдении правил размещения контейнерных приложений и их данных, настроек **Машины**, обеспечивающих резервирование. Может быть организована отказоустойчивость при выходе из строя до 2-х одновременно накопителей на вычислительный узел, вычислительного узла целиком или при отказе одного из сетевых узлов в отказоустойчивой паре.

6 СОСТАВ МАШИНЫ

Машина контейнеризации Скала^р МДИ.К представляет из себя структурированный набор логических и физических элементов:

Подсистема — логическое объединение компонентов по функциональному признаку, с целью пояснения состава и принципов действия ПАК. Описание подсистем **Машины** даны выше в 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3.

Модуль — это единица поставки **Машин**, логически группирующая узлы **Машины** в соответствии с их функциональным предназначением для обеспечения тиражируемости и масштабируемости состава **Машин**. Модуль является единым и неделимым элементом спецификации и содержит набор аппаратных узлов и лицензий ПО.

Узел — единица оборудования, выполняющая определенную задачу в составе **Модуля**.

Соотношения между подсистемами, **Модулями** и узлами **Машины** представлены на рисунке 14.

В типовом варианте поставки **Машина контейнеризации Скала^р МДИ.К** состоит из следующих функциональных модулей²:

- **Базового модуля**
- **Модулей виртуализации**
- **Модуля (модулей) вычисления и хранения**

Описания Модулей даны в следующих подразделах документа.

² В случае, когда необходима конфигурация **Машины**, выходящая за рамки типовой конфигурации, для комплектования могут быть использованы дополнительные функциональные модули. В таком случае, описания этих Модулей будут предоставлены **Скала^р** дополнительно в рамках описания решения.

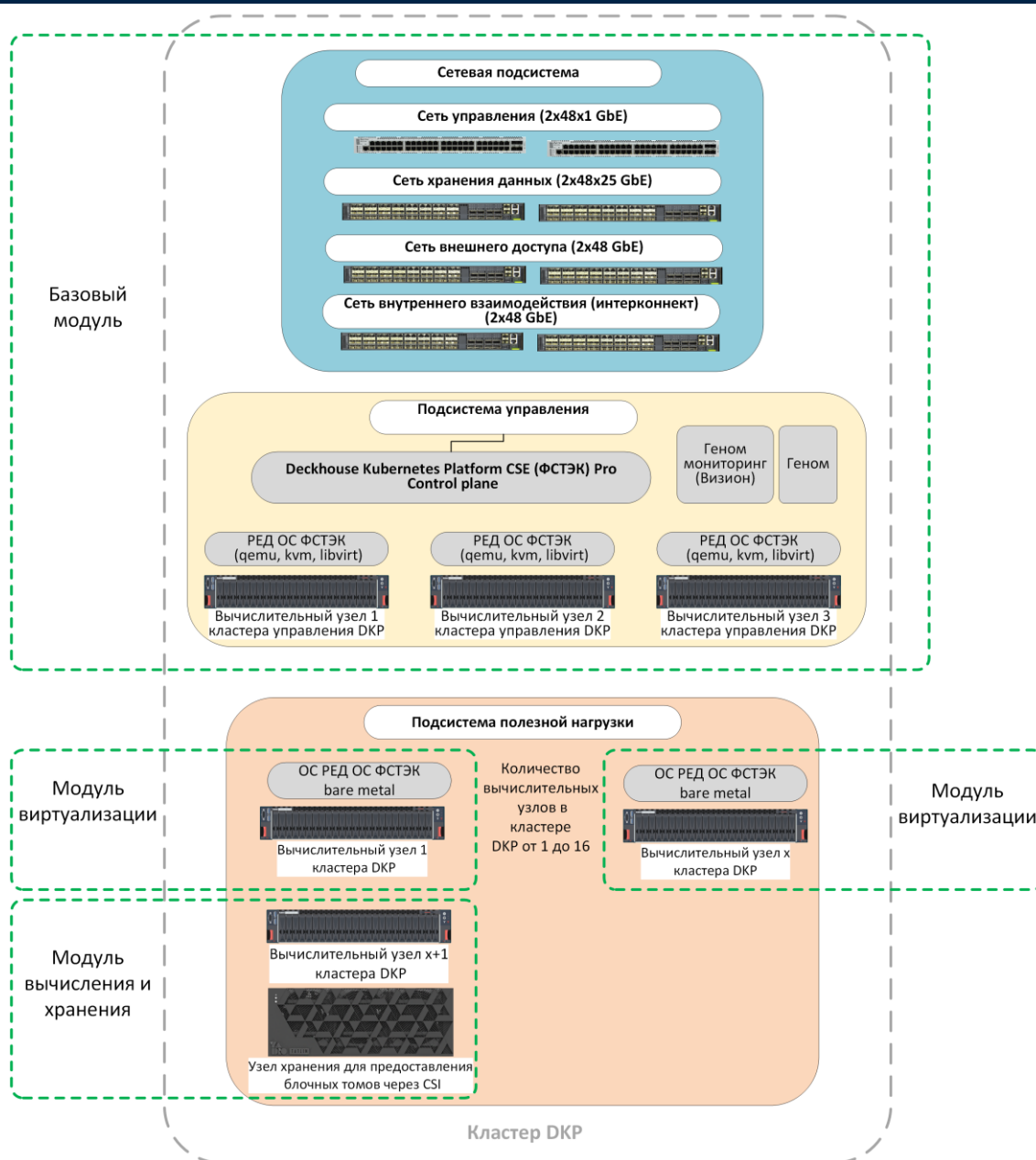


Рисунок 14. Модули и подсистемы Машины контейнеризации Скала^Ар МДИ.К

6.1 Базовый модуль

Название в Едином реестре российской радиоэлектронной продукции — СКАЛА-Р Базовый модуль.

Назначение

Модуль предназначен для обеспечения работы подсистемы управления, обеспечения сетевой связанности между компонентами и организации сетей.

Модуль обеспечивает организацию следующих сетей:

- внутреннего взаимодействия (интерконнекта) кластера ДКР
- внешнего доступа
- сети хранения данных (опционально)
- выделенной сети управления

Состав узлов Модуля

- три вычислительных узла подсистемы управления (Control-узлы)
- минимум два, максимум шесть (в зависимости от необходимого варианта организации сетевой подсистемы) сетевых узлов 48x25 GbE + 8x 100 GbE для организации сети интерконнекта (внутреннего сетевого взаимодействия) кластеров ДКР, сети внешнего доступа, опционально сети хранения данных (при наличии в составе **Машины** Модуля/Модулей вычисления и хранения с СХД)
- два сетевых узла 48x1 GbE + 4x10 GbE для организации сети управления

Применяемое программное обеспечение

- контейнерная платформа – Deckhouse Kubernetes Platform (DKP) Certified Security Edition Pro (сертифицированная ФСТЭК редакция платформы ДКР)
- операционная система – РЕД ОС Сертифицированная ФСТЭК редакция
- ПО автоматизации обслуживания и мониторинга ПАК **Скала^р Геном**
- специализированные ОС для сетевых узлов – Бифорком VCOM-OS и VCOM-Campus

6.2 Модуль виртуализации

Название в Едином реестре российской радиоэлектронной продукции — СКАЛА-Р Модуль виртуализации.

Этот Модуль используется для компоновки подсистемы полезной нагрузки **Машины**. В **Машине Скала^р МДИ.К** должно быть не менее трех таких Модулей.

Назначение

Модуль предназначен для обеспечения следующих функций:

- предоставление вычислительных ресурсов контейнерным приложениям в кластере Kubernetes
- предоставление эфемерной дисковой емкости контейнерным приложениям
- предоставление постоянной дисковой емкости на локальных дисках вычислительных узлов контейнерным приложениям

Состав узлов Модуля

- один вычислительный узел подсистемы полезной нагрузки (Worker-узел)

Применяемое программное обеспечение

- контейнерная платформа – Deckhouse Kubernetes Platform (DKP) Certified Security Edition Pro (сертифицированная ФСТЭК редакция платформы ДКР)
- операционная система – РЕД ОС Сертифицированная ФСТЭК редакция
- агент мониторинга и управления **Скала^р Геном**

6.3 Модуль вычисления и хранения

Название в Едином реестре российской радиоэлектронной продукции — СКАЛА-Р Модуль вычисления и хранения.

Модуль применяется, если в состав Машины должна входить СХД, и содержит, кроме нее, как минимум один узел вычислений.

Вычислительный узел этого Модуля обеспечивает работу подсистемы полезной нагрузки.

СХД в составе Модуля вычисления и хранения обеспечивает постоянную дисковую емкость, доступную всем вычислительным узлам подсистемы полезной нагрузки.

Этот Модуль совместно с Модулями виртуализации используется для компоновки подсистемы полезной нагрузки Машины.

Наличие этого Модуля в составе **Машины Скала^р МДИ.К** подразумевает организацию сети хранения в ней.

Назначение

Модуль предназначен для обеспечения следующих функций:

- предоставление вычислительных ресурсов контейнерным приложениям
- предоставление эфемерной дисковой емкости контейнерным приложениям (в составе узла вычислений)
- предоставление постоянной дисковой емкости на локальных дисках вычислительного узла Модуля контейнерным приложениям
- предоставление постоянной дисковой емкости на системе хранения данных модуля контейнерным приложениям

Состав узлов Модуля

- один вычислительный узел подсистемы полезной нагрузки (Worker-узел)
- одна система хранения данных подсистемы полезной нагрузки YADRO TATLIN.UNIFIED Gen2 (узел хранения)

Применяемое программное обеспечение

- контейнерная платформа – Deckhouse Kubernetes Platform (DKP) Certified Security Edition Pro (сертифицированная ФСТЭК редакция платформы DKP)
- операционная система – РЕД ОС Сертифицированная ФСТЭК редакция
- агенты мониторинга и управления **Скала^р Геном**
- специализированное ПО YADRO для СХД (CSI-драйвер)
- специализированное ПО YADRO для СХД (программное обеспечение СХД)

7 ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Машина контейнеризации Скала^р МДИ.К использует следующие средства и опции обеспечения информационной безопасности:

- сертифицированная ФСТЭК ОС
- сертифицированная ФСТЭК контейнерная платформа
- подтвержденная совместимость с наложенными средствами защиты
- доверенная загрузка ОС на вычислительных узлах
- интеграция с широким спектром SSO-решений
- поддержка различных опций работы с сертификатами

В рамках цикла разработки **Машины** проводится сканирование **Машины** на уязвимости актуальной версией инструмента MaxPatrol (продукт АО «Позитив Текнолоджиз»). По запросу в **Скала^р** можно получить актуальный результат сканирования для поставляемого ПАК.

7.1 Операционная система

Машина контейнеризации Скала^р МДИ.К поставляется с сертифицированной ОС «РЕД ОС Сертифицированная редакция» (сертификат ФСТЭК 4060 от 12.01.2019, действует до 12.01.2029).

ОС может применяться для защиты информации:

- в государственных информационных системах 1 класса защищенности
- в информационных системах персональных данных при необходимости обеспечения 1 уровня защищенности персональных данных
- в значимых объектах критической информационной инфраструктуры первой категории
- в автоматизированных системах управления производственными и технологическими процессами 1 класса защищенности
- в информационных системах общего пользования II класса

ОС соответствует требованиям следующих нормативных документов:

- «Требования безопасности информации к операционным системам» (ФСТЭК России, 2016) и «Профиль защиты операционных систем типа А четвёртого класса защиты. ИТ.ОС.А4.ПЗ» (ФСТЭК России, 2017)
- «Требования по безопасности информации к средствам контейнеризации» (ФСТЭК России, 2022, приказ № 118) по 4 классу защиты
- «Требования по безопасности информации к средствам виртуализации» (ФСТЭК России, 2022, приказ № 187) по 4 классу защиты
- «Требования по безопасности информации к системам управления базами данных» (ФСТЭК России, 2023, приказ № 64) по 4 классу защиты

Машина контейнеризации Скала^р МДИ.К поставляется с сертифицированной ОС Альт 8 СП (сертификат ФСТЭК 3866 от 10.08.2018, действует до 10.08.2028). ОС используется в качестве гостевой в служебных виртуальных машинах комплекса или основной для выделенных служебных вычислительных узлов.

ОС может применяться для защиты информации:

- в значимых объектах критической информационной инфраструктуры 1 категории, в государственных информационных системах 1 класса защищенности
- в автоматизированных системах управления производственными и технологическими процессами 1 класса защищенности
- в информационных системах персональных данных при необходимости обеспечения 1 уровня защищенности персональных данных
- в информационных системах общего пользования 2 класса

ОС соответствует требованиям следующих нормативных документов:

- «Требования безопасности информации к операционным системам» (ФСТЭК России, 2016) и «Профиль защиты операционных систем типа А четвертого класса защиты. ИТ.ОС.А4.ПЗ» (ФСТЭК России, 2017) по 4 классу защиты
- «Требования по безопасности информации к средствам контейнеризации» (ФСТЭК России, 2022, приказ № 118) по 4 классу защиты
- «Требования по безопасности информации к средствам виртуализации» (ФСТЭК России, 2022, приказ № 187) по 4 классу защиты
- «Требования по безопасности информации к системам управления базами данных» (ФСТЭК России, 2023) по 4 классу защиты
- «Требования по безопасности информации, устанавливающие уровни доверия к средствам технической защиты информации и средствам обеспечения безопасности информационных технологий» (ФСТЭК России, 2020, приказ № 76) по 4 уровню доверия

7.2 Платформа контейнеризации

Машина контейнеризации Скала^р МДИ.К поставляется с сертифицированной российской платформой управления контейнерами Deckhouse Kubernetes Platform Certified Security Edition Pro (DKP CSE Pro) (Сертификат ФСТЭК № 4860 от 04.10.2024, действует до 04.10.2029; запись в Реестре российского ПО №12338 от 21.12.2021).

ПО Deckhouse Platform Certified Security Edition Pro при выполнении указаний по эксплуатации может предназначаться для защиты информации, не содержащей сведения, составляющие государственную тайну:

- в государственных информационных системах до 1 класса защищенности включительно согласно приказу ФСТЭК России от 11 февраля 2013 г. № 17 «Об утверждении требований о защите информации, не составляющей государственную тайну, содержащейся в государственных информационных системах» и методическому документу от 11 февраля 2014 г. «Меры защиты информации в государственных информационных системах»
- в информационных системах персональных данных до 1 уровня защищенности включительно согласно приказу ФСТЭК России от 18 февраля 2013 г. № 21 «Об утверждении состава и содержания организационных и технических мер по обеспечению безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных»
- на значимых объектах критической информационной инфраструктуры Российской Федерации до 1 категории значимости включительно согласно приказу ФСТЭК России от 25 декабря 2017 г. № 239 «Об утверждении

требований по обеспечению безопасности значимых объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации»

- в защищенных автоматизированных системах управления производственными и технологическими процессами на критически важных объектах, потенциально опасных объектах, а также объектах, представляющих повышенную опасность для жизни и здоровья людей и для окружающей природной среды до 1 класса защищенности включительно согласно приказу ФСТЭК России от 14 марта 2014 г. № 31 «Об утверждении Требований к обеспечению защиты информации в автоматизированных системах управления производственными и технологическими процессами на критически важных объектах, потенциально опасных объектах, а также объектах, представляющих повышенную опасность для жизни и здоровья людей и для окружающей природной среды»

7.3 Совместимость с наложенными средствами информационной безопасности

Наложённые средства информационной безопасности не входят в состав **Машины МДИ.К**, но могут быть использованы для защиты Машины³.

Машина контейнеризации Скала^р МДИ.К совместима со следующими наложенными средствами информационной безопасности:

- антивирусное средство защиты Kaspersky Container Security (производитель – «Лаборатория Касперского», АО), которое может обеспечивать антивирусную защиту вычислительных узлов подсистемы полезной нагрузки, виртуальных машин Control Plane DKP и кластера Kubernetes, VM с frontend-компонентами
- антивирусное средство защиты PT Container Security (производитель – «Позитив Текнолоджиз», АО), которое может обеспечивать антивирусную защиту вычислительных узлов подсистемы полезной нагрузки, виртуальных машин Control Plane DKP и кластера Kubernetes, VM с frontend-компонентами
- антивирусное средство защиты Luntry (производитель – «КлаудРан», АО), которое может обеспечивать антивирусную защиту вычислительных узлов подсистемы полезной нагрузки, виртуальных машин Control Plane DKP и кластера Kubernetes, VM с frontend-компонентами

Также совместимо с **Машиной** и может быть установлено (но не входит в поставку **Машины**) Сертифицированное антивирусное средство защиты **Kaspersky Endpoint Security для Linux** (сертификат ФСТЭК 2534 от 27.12.2011, действует до 27.12.2030), соответствует документам:

- «Требования по безопасности информации, устанавливающие уровни доверия к средствам технической защиты информации и средствам обеспечения безопасности информационных технологий» (ФСТЭК России, 2020) по 2 уровню доверия
- «Требования к средствам антивирусной защиты» (ФСТЭК России, 2012)
- «Профиль защиты средств антивирусной защиты типа Б 2 класса защиты. ИТ.САВ3.Б2.13» (ФСТЭК России, 2012)
- «Профиль защиты средств антивирусной защиты типа В второго класса защиты. ИТ.САВ3.В2.П3» (ФСТЭК России, 2012)

³ Полный список совместимых с DKP продуктов ИБ доступен по ссылке: <https://deckhouse.ru/compatibility-table/>

- «Профиль защиты средств антивирусной защиты типа Г второго класса защиты. ИТ.САВ3.Г2.ПЗ.»

Машина контейнеризации Скала^р МДИ.К совместима и может включать в себя при поставке сертифицированное средство единой аутентификации **«Аванпост FAM»** (сертификат ФСТЭК 4492 от 13.12.2021 до 13.12.2026), которое может быть применено в следующих информационных системах, не предназначенных для обработки сведений государственной тайны:

- для применения в государственных информационных системах 1 класса защищенности
- для применения в информационных системах персональных данных при необходимости обеспечения 1 уровня защищенности персональных данных
- для применения в автоматизированных системах управления производственными и технологическими процессами 1 класса защищенности

«Аванпост FAM» соответствует требованиям следующих нормативных документов:

- «Требования по безопасности информации, устанавливающие уровни доверия к средствам технической защиты информации и средствам обеспечения безопасности информационных технологий» (ФСТЭК России, 2020, приказ № 76) по 1 уровню доверия

Машина контейнеризации Скала^р МДИ.К совместима и может включать в себя при поставке сертифицированное средство доверенной загрузки **ПАК «Соболь»** версия 4 (сертификат ФСТЭК №4043 от 05.12.2018, действует до 05.12.2028), которое может быть применено для защиты информации:

- в государственных информационных системах 1 класса защищенности
- в информационных системах персональных данных при необходимости обеспечения 1 уровня защищенности персональных данных
- в значимых объектах критической информационной инфраструктуры 1 категории
- в автоматизированных системах управления производственными и технологическими процессами 1 класса защищенности
- в информационных системах общего пользования 2 класса

ПАК «Соболь» соответствует требованиям следующих нормативных документов:

- «Требования по безопасности информации, устанавливающие уровни доверия к средствам технической защиты информации и средствам обеспечения безопасности информационных технологий» (ФСТЭК России, 2020) по 2 уровню доверия
- «Требования к средствам доверенной загрузки» (ФСТЭК России, 2013)
- «Профиль защиты средства доверенной загрузки уровня платы расширения второго класса защиты. ИТ.СДЗ.ПР2.ПЗ» (ФСТЭК России, 2013)

8 ГАРАНТИРОВАННОЕ КАЧЕСТВО

Качество **Машины контейнеризации Скала^р МДИ.К** обеспечивается производственным процессом, в рамках которого происходит цикл трансформации лабораторного прототипа **Машины** в серийно выпускаемое изделие.

При этом используются следующие подходы организации производства:

- развертывание **Машины** осуществляются в автоматизированном режиме на основании проектной документации на конкретный экземпляр **Машины**
- дополнительные настройки ПО при интеграции **Машины** в инфраструктуру заказчика осуществляются в соответствии с утверждённой методикой и инструкцией
- осуществляется функциональное тестирование сформированной **Машины**
- **Машина** полностью сформирована, протестирована, после развертывания готова к размещению в инфраструктуре заказчика
- в комплекте с **Машиной** передаются паспорт, комплект поставочной документации и сертификат на техническую поддержку
- передаётся комплект документации, необходимый контролирующим организациям для аттестации **Машины** в контуре заказчика

Сравнение **Машины Скала^р МДИ.К** с интеграционным проектом (самостоятельно организованная K8s инфраструктура, «DIY Kubernetes») представлено на рисунке ниже (Рисунок 15).



Рисунок 15. Сравнение Машины контейнеризации Скала^р МДИ.К с интеграционным проектом

Подход, реализуемый **Скала^р** в **Машине МДИ.К** для решения задачи построения контейнерной инфраструктуры, предлагает следующие ключевые преимущества:

- гарантированная совместимость различных компонентов из реестров Минпромторга и Минцифры, проверенная в лаборатории

- тюнинг аппаратного и программного обеспечения по лучшим практикам в лабораторных условиях под задачу, решаемую **Машиной**
- комплексная техническая поддержка и сопровождение на все компоненты в режиме одного окна
- готовый продукт для решения задачи построения контейнерной инфраструктуры в максимально короткие сроки

9 РЕАКЦИЯ МАШИНЫ НА ВОЗМОЖНЫЕ ОТКАЗЫ

9.1 Отказоустойчивость элементов Машины

Машина спроектирована по принципу отсутствия единой точки отказа.

В рамках **Машины контейнеризации Скала^р МДИ.К** обеспечена отказоустойчивость её основных элементов, в том числе компонентов, перечисленных ниже.

Сетевые узлы

- дублирование блоков питания
- дублирование или резервирование по схеме N+1 блоков охлаждения

Вычислительные узлы

- дублирование блоков питания
- резервирование по схеме N+1 вентиляторов охлаждения
- дублирование сетевых карт и их портов (логические сетевые интерфейсы, собранные из 2-х портов разных сетевых карт, 2 независимых плеча SAN сети)
- защита от отказа твердотельного накопителя (накопителей) аппаратными RAID-массивами

Узлы хранения

- дублирование блоков питания
- резервирование модулей охлаждения
- дублирование контроллеров
- резервирование сетевых карт и каналов подключения к сети хранения данных
- защита от отказа твердотельного накопителя (накопителей)
- аккумуляторный модуль для сохранения состояния кэша на запись при внештатном отключении электропитания

Подсистема управления

- кластер подсистемы управления с сохранением управляющей функции при выходе из строя одного узла

Подсистема полезной нагрузки

- предоставление ресурсов и программных возможностей платформы контейнеризации для организации необходимой схемы резервирования контейнерных приложений в кластерах

Сетевая подсистема

- дублирование сетевых узлов (пары MLAG) и подключений к ним
- дублирование сетевых путей

Любой единичный отказ не повлияет на доступность **Машины**; возможно снижение производительности подсистемы полезной нагрузки при полном отказе вычислительного узла или частичном отказе узла хранения. После устранения неисправности исходная производительность **Машины** восстанавливается.

Архитектура **Машины Скала^р МДИ.К** обеспечивает все возможности и ресурсы для применения схем развертывания контейнерных приложений в отказоустойчивом варианте. Например, для контейнерных приложений в stateless контейнерах, которые работают параллельно и независимо, можно развернуть много экземпляров контейнеров на разных Worker-узлах и, таким образом, обеспечить отказоустойчивость и непрерывность работы сервиса в целом при отказе единичного Worker-узла.

При этом обеспечение правильной, отказоустойчивой схемы развертывания контейнерных приложений находится в зоне ответственности заказчика.

9.2 Резервное копирование конфигурации кластера DKP

Кроме обеспечения отказоустойчивости, в **Машину** встроен функционал резервного копирования конфигурации кластера DKP. По расписанию создается резервная копия служебной БД etcd каждого кластера DKP, входящего в состав **МДИ.К**. Из этих резервных копий при необходимости можно восстановить конфигурацию БД etcd кластера/кластеров DKP. Рекомендуется настроить копирование резервной копии этой БД и других файлов конфигурации на ресурс, расположенный вне **Машины**.

ВАЖНО! Данные контейнерных приложений средствами **Машины** не реплицируются между вычислительными узлами подсистемы полезной нагрузки и их резервные копии средствами **Машины** не создаются.

Если требуется резервное копирование данных контейнерных приложений, это необходимо делать внешней по отношению к **Машине** системой резервного копирования (СРК) и резервные копии сохранять на внешних по отношению к **Машине** ресурсах.

10 ТРЕБОВАНИЯ К РАЗМЕЩЕНИЮ МАШИНЫ

Машина контейнеризации Скала^р МДИ.К представляет собой комплект узлов для размещения в штатный монтажный шкаф 19", высота 42-48U, с дальнейшей возможностью модульной расширяемости.

Монтажный шкаф с панелями распределения питания, органайзерами и иными опциональными компонентами может быть поставлен как опция в составе ПАК.

Для подключения шкафа к системе электроснабжения должны быть предусмотрены два независимых входа электропитания.

Расчетная потребляемая мощность шкафа (задается параметрами ЦОД заказчика) определяет топологию размещения модулей и узлов в стойках ЦОД и учитывается при расчете **Машины**.

В месте установки должны быть предусмотрены соответствующие мощности по отводу тепла от оборудования (охлаждение).

Параметры эксплуатации **Машины** указаны в документе «Руководство по эксплуатации Машины СКАЛА-Р МДИ.К», входящем в комплект поставки ПАК.

При развертывании будут выполнены необходимые настройки в соответствии с данными, указанными заказчиком в техническом опроснике на этапе проектирования ПАК под конкретный заказ.

В инфраструктуре заказчика для функционирования **Машины** должны быть предоставлены следующие инфраструктурные сервисы и данные по подключению к ним:

- Службы DNS
- Службы времени NTP
- Реестр образов контейнеров (container registry)
- Репозиторий операционных систем и их пакетов для ОС узлов ПАК

11 ЛИЦЕНЗИРОВАНИЕ ПО В СОСТАВЕ МОДУЛЕЙ ПАК

Лицензируемое программное обеспечение в составе **Машины контейнеризации Скала^р МДИ.К**:

- Deckhouse Kubernetes Platform (DKP) Certified Security Edition Pro
- РЕД ОС Сертифицированная редакция
- Служебное ПО **Скала^р Геном**
- ПО **Аванпост FAM** (Federated Access Manager) – опция; используется как единая платформа аутентификации и авторизации к сервисам управления, предоставляемым ПО **Скала^р Геном**

Программное обеспечение **Скала^р Геном** поставляется исключительно в составе **Машин Скала^р** и лицензируется по метрикам комплекса в соответствии с количеством узлов в ПАК.

Обновления операционной системы, служебного ПО и программного обеспечения Deckhouse Kubernetes Platform доступны в рамках сертификатов на техническую поддержку.

О КОМПАНИИ

Скала^р — модульная платформа для построения высоконагруженной ИТ-инфраструктуры (продукт Группы Rubytech).

Программно-аппаратные комплексы (**Машины**) **Скала^р** выпускаются с 2015 года и представляют широкий спектр решений для построения динамических инфраструктур и инфраструктуры высоконагруженных информационных систем.

Продукты и ПО **Скала^р** включены в Реестр промышленной продукции, произведенной на территории Российской Федерации, и в Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД. Соответствуют критериям доверенности и использованию для объектов критической информационной инфраструктуры (КИИ).

Машины Скала^р являются серийно выпускаемыми преднастроенными комплексами, которые быстро развертываются и вводятся в эксплуатацию. Глубокая интеграция технических средств и программного обеспечения в ПАК **Скала^р** позволяет получить расширенные возможности и функциональность, которые недоступны при использовании отдельных компонентов.

Модульный принцип обеспечивает интеграцию разнородных компонентов ИТ-инфраструктуры в единую платформу предприятий, корпораций и ведомств. Единые поддержка и сервисное обслуживание для всех продуктов линейки **Скала^р** от производителя обеспечивают оперативное разрешение инцидентов на стыке технологий.

Дополнительная информация — на сайте www.skala-r.ru.