

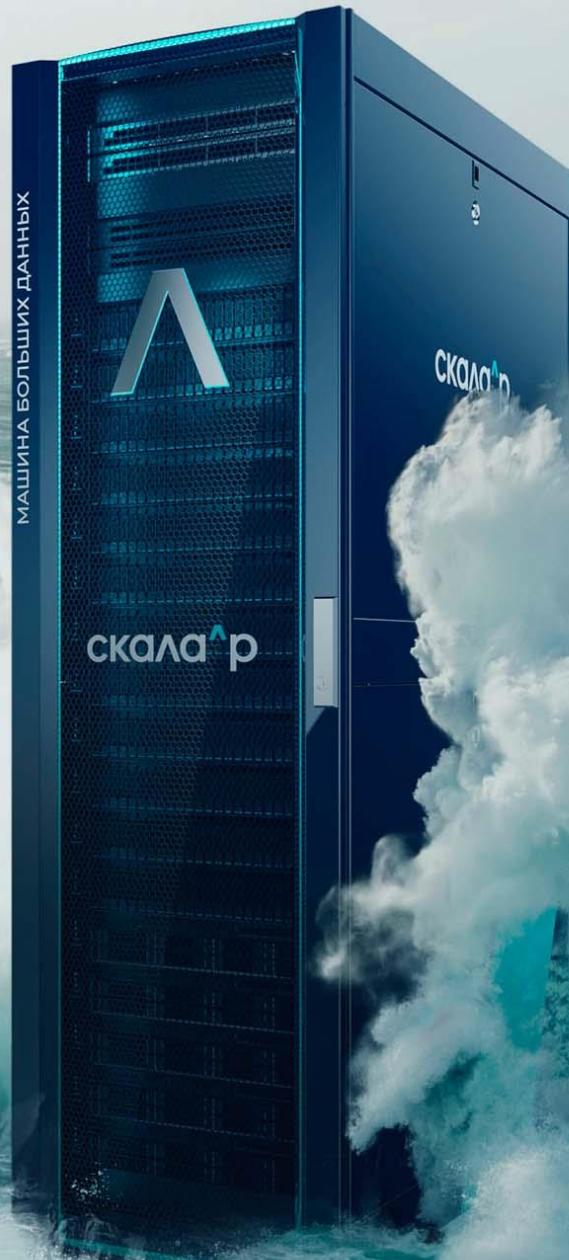


## Машина больших данных Скала^р МБД.Г

Машина распределённой массивно-параллельной СУБД  
для аналитической обработки структурированных данных

### Технический обзор

версия 4.3 от 01.09.2025



## ОГЛАВЛЕНИЕ

Перечень терминов и сокращений.....	5
1. Предисловие .....	7
1.1 Описание документа .....	7
1.2 Аудитория .....	7
1.3 Обратная связь .....	7
2. Введение .....	8
3. Отличительные черты .....	9
4. Подтвержденная безопасность.....	11
5. Принципы создания машины МБД.Г .....	14
6. Состав Машины .....	16
6.1 Подсистемы .....	18
6.1.1 Подсистема обеспечения базовых сервисов и Сетевая подсистема .....	18
6.1.2 Подсистема аналитической обработки больших данных .....	18
6.1.3 Подсистема управления .....	19
6.1.4 Подсистема резервного копирования .....	19
6.1.5 Подсистема управления данными .....	19
6.1.6 Подсистема преобразования данных .....	19
6.2 Модули.....	19
6.2.1 Базовый модуль .....	19
6.2.2 Модуль аналитической обработки .....	20
6.2.3 Модуль координации.....	21
6.2.4 Модуль резервного копирования .....	22
6.2.5 Специализированный модуль (для управления данными).....	22
6.2.6 Специализированный модуль (для преобразования данных).....	23
7. Специфичные черты .....	24
8. Гарантируемое качество .....	26
9. Реакция Машины на возможные отказы.....	28
10. Вариативность Машин .....	29
11. Требования к размещению Машины.....	30
12. Техническая поддержка .....	31

13. Лицензирование ПО в составе модулей.....	33
13.1 Политика обновления ПО.....	33
О Компании .....	34

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 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
ETL	(англ. Extract, Transform, Load) — процесс транспортировки данных, при котором информацию из разных мест преобразуют и кладут в новое место
ERP	(англ. Enterprise Resource Planning) — планирование ресурсов предприятия
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
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
SSD	(англ. Solid-State Drive) запоминающее устройство на основе микросхем памяти
MES	(англ. Manufacturing Execution System) — система управления производственными процессами
MPP	(англ. Massively Parallel Processing) — массивно-параллельные системы обработки данных
ГИС	Государственные информационные системы — системы, которые создаются для реализации полномочий государственных органов и обеспечения обмена информацией между ними, а также в иных установленных федеральными законами целях
ЗОКИИ	Значимый объект критической информационной инфраструктуры
ИСПДн	Информационные системы персональных данных. Составность информации, содержащейся в базах данных, и обеспечивающих её обработку с использованием информационных технологий и технических средств
Кластер	Отказоустойчивая архитектура функционала Машины
Машина	Набор аппаратного и программного обеспечения в виде Модулей Скала <sup>®</sup> , соединенных вместе для обеспечения

Термин, сокращение	Определение
	определенного метода обработки данных или предоставления ИТ-сервиса с заданными характеристиками. Зарегистрирована в ЕРРРП
Модуль	Функционально завершенный 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. Зарегистрирован в ЕРРРП
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
СУБД	Система управления базами данных
Узел	Вычислительный узел (сервер) или сетевой узел (коммутатор) в составе Модуля, в зависимости от контекста

## 1. ПРЕДИСЛОВИЕ

### 1.1 Описание документа

Этот технический обзор дает концептуальный и архитектурный обзоры **Машины больших данных Скала<sup>®</sup> МБД.Г.**

Брошюра описывает то, как оптимизированные программно-аппаратные комплексы отвечают современным вызовам, и фокусируется на **Машине больших данных Скала<sup>®</sup> МБД.Г** как одном из лидирующих продуктов в этом сегменте.

### 1.2 Аудитория

Эта брошюра предназначена для сотрудников компании **Скала<sup>®</sup>**, партнёров и Заказчиков, перед которыми ставятся задачи разработки, закупки, управления или эксплуатации **Машины больших данных Скала<sup>®</sup> МБД.Г.**

### 1.3 Обратная связь

**Скала<sup>®</sup>** и авторы этого документа будут рады обратной связи по нему.

Свяжитесь с командой **Скала<sup>®</sup>** по электронной почте [MBD8@skala-r.ru](mailto:MBD8@skala-r.ru).

## 2. ВВЕДЕНИЕ

**Машина больших данных Скала<sup>®</sup> МБД.Г** — это программно-аппаратный комплекс для параллельной обработки и распределённого хранения структурированных данных, специально предназначенный для работы СУБД Arenadata DB в высоконагруженных системах.

**Машина** включает в себя стандартизованные узлы для проведения вычислений и хранения данных, для системы резервного копирования, а также сверхскоростную сетевую среду и систему интеллектуального управления.

**Машина больших данных Скала<sup>®</sup> МБД.Г обеспечивает:**

- высокую производительность — благодаря проработанной интеграции аппаратного и программного обеспечения, оптимизации алгоритмов для используемых технологий, применению широкого спектра методов обеспечения надёжности
- отказоустойчивость — за счёт применения надёжных комплектующих и специализированной версии СУБД, резервирования критических компонентов и использования устойчивых сетевых протоколов
- катастрофоустойчивость — благодаря наличию специальных технологий
- снижение затрат — за счёт комплексности продукта и специальных условий лицензирования. ПАК допускает размещение сразу нескольких баз данных, предоставляя возможности для их консолидации и снижения стоимости эксплуатации
- размещение данных общим объёмом от 20 Тбайт до практически неограниченного объёма, с повышением производительности системы при увеличении объёмов хранения

**Машина больших данных Скала<sup>®</sup> МБД.Г** содержит все необходимые элементы для функционирования высоконагруженной СУБД Arenadata DB. Подключение к внешним сетям осуществляется с помощью стандартного интерфейса Ethernet на определяемых при поставке скоростях, совместимых с инфраструктурой Заказчика.

В **Машине** реализованы функции мониторинга состояния как аппаратных, так и программных компонентов, а также все необходимые интерфейсы и функции управления.

**Машина больших данных Скала<sup>®</sup> МБД.Г** впервые была представлена в 2020 году, с тех пор комплекс был значительно усовершенствован и переработан.

**Машины больших данных Скала<sup>®</sup> МБД.Г** используются в крупных коммерческих, финансовых и государственных организациях.

Программно-аппаратные комплексы **Скала<sup>®</sup>** включены в Единый реестр российской радиоэлектронной продукции и работают на ПО, включённом в реестр Минцифры РФ.

### 3. ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ЧЕРТЫ

#### Корпоративный уровень оборудования и ПО в Маине, и горизонтальная масштабируемость

- Максимальный объём данных размещаемых в **Маине больших данных Скала<sup>®</sup> МБД.Г** не имеет логического ограничения, но при превышении объёма 80 Тбайт потребуется изменить сетевую схему и добавить сетевые узлы агрегации, а при превышении объёма в 600 Тбайт потребуется изменение схемы сетевой связанности на Leaf-Spine
- Производительность всей системы с ростом количества вычислительных модулей наращивается практически линейно
- ПАК всегда хранит две зеркальные копии данных и почти не снижает скорости обработки информации при переходе на зеркальные сегменты

#### Высокая производительность

- Сбалансированный комплект оборудования
- Архитектурная оптимизация производительности
- Специальные настройки программного обеспечения
- Особые алгоритмы резервного копирования и восстановления
- Проработанные варианты для типовых применений

#### Отказоустойчивость на всех уровнях

- Надёжные комплектующие
- Резервирование значимых компонентов на аппаратном уровне
- Отказоустойчивая архитектура
- Оперативное восстановление при сбоях

#### Приоритет сохранности данных

- Зеркальные копии данных распределены по разным вычислительным узлам
- Хранение архивных журналов требуемое время
- Защита данных в зависимости от кейса может быть обеспечена передовым аппаратным RAID (по умолчанию используется RAID10)

#### Обеспечение качества при развёртывании

- Оптимальность настроек подтверждена значительным количеством установок
- Автоматизированное развёртывание снижает риск человеческой ошибки
- Стандартизация развёртывания гарантирует соответствие продукта заявленным характеристикам

## Непрерывный контроль состояния Машины

- Мониторинг работоспособности СУБД и оборудования
- Установленные пороговые значения критичных параметров
- Различные каналы информирования системой мониторинга об отклонениях

## Гибкие возможности администрирования

- Проработанные рекомендации по выполнению процедур обслуживания
- Предустановлены дополнительное ПО для управления
- Сохранены все стандартные механизмы управления СУБД

## Поддержка в эксплуатации

- Централизованная техническая поддержка ПАК
- Единая ответственность за весь комплекс
- Выпуск предварительно проверяемых патчей
- Паспорт ПАК в комплекте
- Обучение персонала Заказчика

## Экономическая эффективность

- Специальные условия лицензирования
- Сокращённые сроки ввода в эксплуатацию
- Только обоснованно необходимые компоненты

## Альтернатива Oracle Exadata для аналитических нагрузок

- Высокие надёжность и производительность
- Качество, подтверждённое опытом практического применения

## 4. ПОДТВЕРЖДЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Машина больших данных Скала<sup>®</sup> МБД.Г поставляется с сертифицированной ОС Альт 8 СП (сертификат ФСТЭК №3866 от 10.08.2018, действует до 10.08.2028).

ОС может применяться для защиты информации в:

- информационных системах персональных данных при необходимости обеспечения 1 уровня защищённости персональных данных
- значимых объектах критической информационной инфраструктуры 1 категории, в государственных информационных системах 1 класса защищённости
- автоматизированных системах управления производственными и технологическими процессами 1 класса защищённости
- 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 4 класса защиты. ИТ.ОС.А4.П3» (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, устанавливающие уровни доверия к средствам технической защиты информации и средствам обеспечения безопасности информационных технологий» (ФСТЭК России, 2020, приказ № 76) по 4 уровню доверия

Машина больших данных Скала<sup>®</sup> МБД.Г использует сертифицированную СУБД Arenadata DB T4 (Сертификат ФСТЭК №4824 от 03.07.2024, действует до 03.07.2029).

СУБД может применяться для защиты информации в:

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

СУБД соответствует требованию 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 4 уровню доверия

- «Требования по безопасности информации к системам управления базами данных» (ФСТЭК России, 2023, приказ №64) – по 4 классу защиты

**Протестирована совместимость с наложенными средствами защиты**

Сертифицированное антивирусное средство защиты **Kaspersky Endpoint Security для Linux** (сертификат ФСТЭК №2534 от 27.12.2011, действует до 27.12.2030).

**ПО может применяться для защиты информации в:**

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

**ПО 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 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)
- «Профиль защиты средств антивирусной защиты типа Г второго класса защиты»
- «Требования к средствам контроля сменных машинных носителей информации» (ФСТЭК России, 2014)
- «Профиль защиты средств контроля подключения сменных машинных носителей информации второго класса защиты. ИТ.СКН.П2.П3» (ФСТЭК России, 2014)

Сертифицированное средство доверенной загрузки ПАК **«Соболь» версия 4** (сертификат ФСТЭК №4043 от 05.12.2018, действует до 05.12.2028).

**ПО может применяться для защиты информации в:**

- государственных информационных системах 1 класса защищённости
- информационных системах персональных данных при необходимости обеспечения 1 уровня защищённости персональных данных
- значимых объектах критической информационной инфраструктуры 1 категории

- автоматизированных системах управления производственными и технологическими процессами 1 класса защищённости
- информационных системах общего пользования 2 класса

**ПО 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.Сд3.ПР2.П3» (ФСТЭК России, 2013)

Сертифицированная система единой аутентификации **Avanpost FAM** (сертификат ФСТЭК №4492 от 13.12.2021, действует до 13.12.2026).

**ПО может применяться для защиты информации в:**

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

**ПО 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 4 уровню доверия

## 5. ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ МАШИНЫ МБД.Г

Чтобы лучше понять устройство **Машины больших данных Скала<sup>^</sup>р МБД.Г**, можно сравнить принципы её создания с традиционно используемым подходом к размещению СУБД на некотором наборе из различных аппаратных и программных компонентов.

### Традиционный подход универсален

В состав оборудования, как правило, входит вычислительный узел, подключённый по сети к массиву хранения данных. Узел используется для размещения ПО СУБД, сами данные хранятся в массиве и по мере необходимости передаются по сети. Используются стандартные протоколы взаимодействия. Ориентация на стандартные компоненты и протоколы позволяет обеспечить предельную вариативность применения ПАК, а также возможность подбора компонентов для широкого спектра нагрузок. В то же время такой подход не обеспечивает оптимальности получившегося решения для конкретной задачи, что является обратной стороной универсальности. Узким местом также является и канал передачи данных между вычислительным узлом и массивом хранения, что накладывает существенные ограничения на масштабируемость.

### Машина больших данных Скала<sup>^</sup>р МБД.Г создана для работы с аналитической нагрузкой

Целью разработки было создание полного комплекта аппаратного и программного обеспечения, адаптированного под СУБД Arenadata DB для обработки аналитических запросов в оптимальной среде. Это позволяет использовать преимущества тонкой настройки всех уровней ПАК именно под функции и потребности СУБД и тем самым обеспечивает максимум её производительности.

**Машина больших данных Скала<sup>^</sup>р МБД.Г** соответствует принципу массивно-параллельной обработки: обрабатывать данные там, где они хранятся, а перемещать только результат вычислений.

Комплексное размещение компонентов, применение высокопроизводительных протоколов и устройств хранения также способствуют достижению этой цели.

Быстродействие и ёмкость современных твердотельных накопителей позволили отказаться от использования отдельной системы хранения в **Машинах больших данных Скала<sup>^</sup>р МБД.Г**. Применённый подход позволяет вычислительным ресурсам непосредственно обращаться к данным, исключая необходимость их выборки на стороне системы хранения и пересылки по сети, что также положительно сказывается на производительности ПАК.

### Проработанность всех программных компонентов

Основные программные элементы **Машины больших данных Скала<sup>^</sup>р МБД.Г**:

- операционная система
- ПО СУБД Arenadata DB
- ПО мониторинга и администрирования
- ПО для аудита запросов
- ПО резервного копирования и восстановления
- ПО для управления кластером СУБД Arenadata DB

В **Машине** обеспечены оптимизация, тонкая настройка и доработка перечисленных компонентов для обеспечения их наибольшей производительности и функционального соответствия потребностям Заказчика.

### ПО Машин больших данных Скала<sup>^</sup>р МБД.Г

Практическое применение тиражируемых экземпляров **Машин больших данных Скала<sup>^</sup>р МБД.Г** продемонстрировало высокую производительность и обозначило область для дальнейшего улучшения и развития.

Поскольку аппаратные возможности в **Машине** используются практически полностью, дальнейшие улучшения возможны за счёт дополнительной комплектации модулями, отвечающими за расширение функциональности, и развития используемого программного обеспечения.

В ходе развития была разработана методика оптимизации настройки ядра ОС каждого из необходимых вычислительных узлов **Машины** под конкретный вариант её применения. Заказчик получает **Машину больших данных Скала<sup>^</sup>р МБД.Г**, настроенную под проект. Настройка осуществляется при помощи разработанного **Скала<sup>^</sup>р** специального ПО, что исключает риск человеческой ошибки.

Оптимизация работы СУБД Arenadata DB достигается настройкой параметров для лучшего соответствия архитектуре ПАК в целом, без внесения изменений во внутренние алгоритмы СУБД, что гарантирует совместимость **Машины** с прикладным ПО, ориентированным на соответствующую версию СУБД.

Отказоустойчивость СУБД Arenadata DB в **Машине больших данных Скала<sup>^</sup>р МБД.Г** обеспечивается за счёт размещения двух зеркальных экземпляров СУБД на всех узлах **Машины**, образующих кластер.

При тех или иных отказах и нестандартных ситуациях ПО управления кластером применяется алгоритм реагирования. В критических ситуациях кластер может быть остановлен для обеспечения сохранности данных.

Дополнительно при настройке системы управления кластером решается ряд проблем, в том числе связанных с обеспечением корректного прохождения сетевого трафика.

В целом организация отказоустойчивости это одна из наиболее сложных задач, эффективное решение которой зависит от конкретных требований Заказчика, особенностей прикладного программного обеспечения, информационно-технологической и сетевой среды инфраструктуры Заказчика, конкретного комплекта оборудования. В указанных условиях ряд настроек осуществляется непосредственно при развертывании решения.

Команда инженеров и архитекторов **Скала<sup>^</sup>р** продолжают работу по совершенствованию ПО управления кластером, оптимизации алгоритмов восстановления узлов при возможных отказах. Аналогичная деятельность постоянно ведётся и по развитию систем мониторинга и управления.

В комплексе все перечисленные направления формируют целостную архитектуру **Машины больших данных Скала<sup>^</sup>р МБД.Г**.

### Сопровождение и поддержка

Важным дополнением ко всему перечисленному является полная ответственность производителя за **Машину** в целом, включая все программные и аппаратные компоненты. Это означает не только уверенность в работоспособности изделия в целом, но и последующую поддержку от единого поставщика в режиме «одного окна», а не от нескольких разных поставщиков, как бывает при самостоятельном подборе, развертывании и настройке компонентов в случае традиционного подхода.

## 6. СОСТАВ МАШИНЫ

Ниже приведены термины, используемые для комплектации **Машины больших данных Скала<sup>®</sup> МБД.Г.**

**Машина** — это набор аппаратного и программного обеспечения в виде **Модулей Скала<sup>®</sup>**, соединенных вместе для обеспечения определенного метода обработки данных или предоставления ИТ-сервисов с заданными характеристиками.

**Подсистема** — логическое объединение компонентов по функциональному признаку, с целью пояснения состава и принципов действия ПАК.

**Модуль** — это единица поставки **Машин**, выполняющая определенные функции в соответствии с её назначением. Модуль является единым и неделимым элементом спецификации и содержит набор аппаратных узлов и ПО.

**Узел** — это элемент, выполняющий определенную задачу в составе Модуля.

### Комплекты поставки

**Машины больших данных Скала<sup>®</sup> МБД.Г** поставляются в виде функционально полного набора **Модулей Скала<sup>®</sup>** и комплектуются в соответствии с показателями назначения, полученными от Заказчика. **Машина** включает в себя базовый комплект и в случае необходимости дополняется комплектом модулей расширения и/или специальными модулями.

Базовый комплект — это набор **Модулей Скала<sup>®</sup>**, минимально-необходимый для функционирования всех подсистем, обеспечивающих выполнение основного функционала **Машины**.

Комплект модулей расширения — это набор **Модулей Скала<sup>®</sup>**, позволяющий масштабировать ПАК, например, когда не хватает портовой ёмкости, или есть необходимость увеличить производительность и объём хранения данных. Кроме того, можно добавить специальные **Модули Скала<sup>®</sup>**, позволяющие расширить функциональность ПАК.

## Машина больших данных Скала<sup>Г</sup>р МБД.Г. Технический обзор

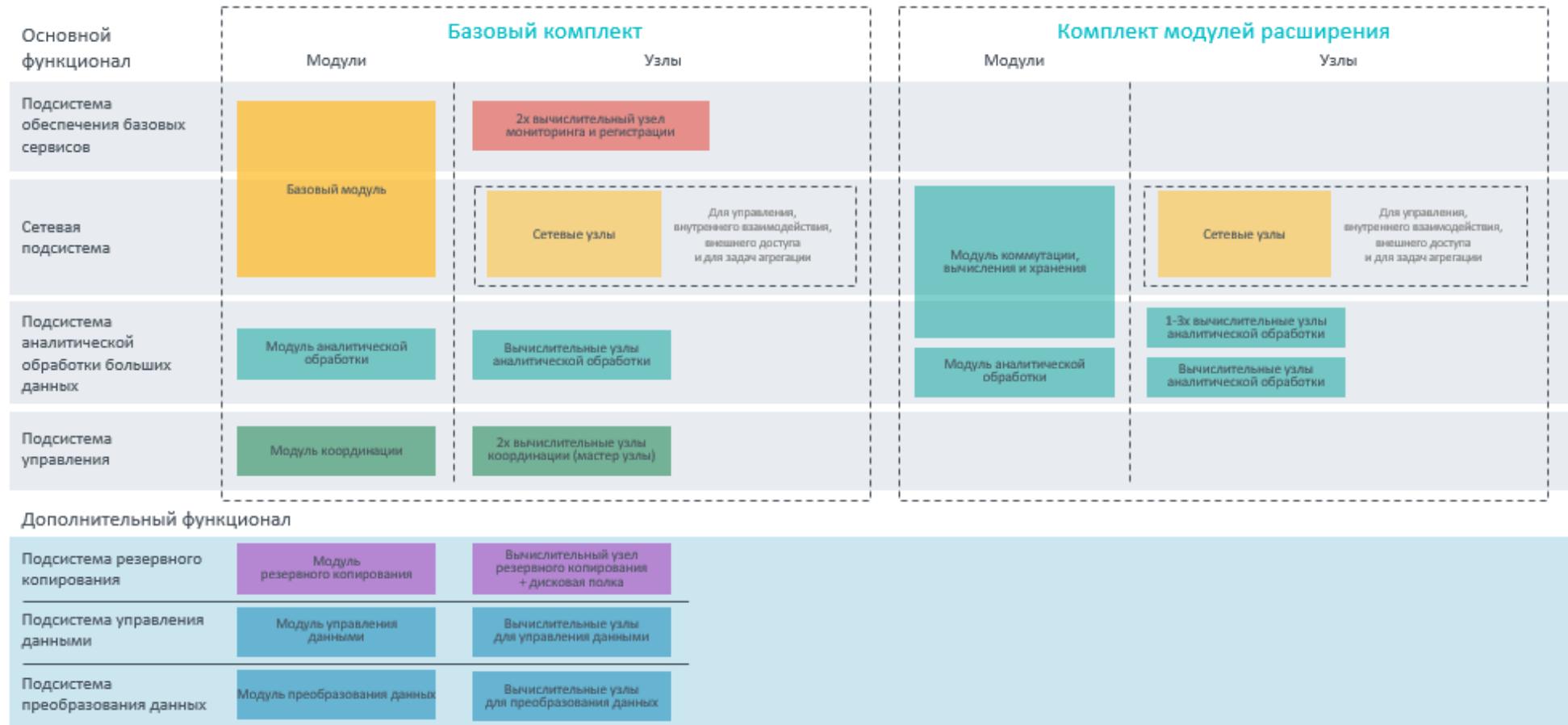


Рисунок 1. Комплектация Машины больших данных Скала<sup>Г</sup>р МБД.Г

## 6.1 Подсистемы

Функции **Машины больших данных Скала<sup>▲</sup>р МБД.Г** логически объединены в подсистемы. Часть подсистем обеспечивают основной функционал и всегда включены в **Машину**, а часть — дополнительный функционал и могут быть добавлены по требованию Заказчика.

Основной функционал — это минимальный набор подсистем, необходимых **Машине больших данных Скала<sup>▲</sup>р МБД.Г** для выполнения задач прямого назначения.

Дополнительный функционал — набор подсистем из Модулей, обеспечивающих расширение функций **Машины больших данных Скала<sup>▲</sup>р МБД.Г**.

### 6.1.1 Подсистема обеспечения базовых сервисов и Сетевая подсистема

Подсистема обеспечения базовых сервисов отвечает за мониторинг и управление аппаратными и программными компонентами **Машины больших данных Скала<sup>▲</sup>р МБД.Г**. В неё включены вычислительные узлы **Базового модуля** (см. п. 6.2.1), на которых предустановлено сервисное ПО **Скала<sup>▲</sup>р Геном** и **Скала<sup>▲</sup>р Визион**, выполняющее следующие функции:

- сбор, хранение и отображение на дашбордах данных мониторинга
- предоставление возможности тонкой настройки каждого из компонентов **Машины**
- управление пользователями и аутентификация (опционально)
- управление кластером Arenadata DB
- оркестрация активными заданиями, что выполняются в кластере Arenadata DB
- оркестрация резервным копированием и восстановлением резервных копий

Архитектура подсистемы обеспечения базовых сервисов обеспечивает отказоустойчивый режим работы.

Сетевая подсистема выполняет функций организации сетевой связности между всеми вычислительными узлами, входящими в состав **Машины больших данных Скала<sup>▲</sup>р МБД.Г**, и представляет собой набор сетевых узлов, которые организуют изолированные высокоскоростные сети:

- внутреннего взаимодействия (в зависимости от требований Заказчика 25 Гбит/с или 100 Гбит/с) — для организации быстрого функционирования между всеми компонентами ПАК
- внешнего доступа (в зависимости от требований Заказчика 25 Гбит/с или 100 Гбит/с) — для организации доступа к данным, что хранятся на узлах, входящих в состав подсистемы аналитической обработки данных
- управления (1 Гбит/с) — для организации передачи сервисной информации с вычислительных узлов, входящих в состав подсистемы аналитической обработки данных, на вычислительные узлы, входящие в состав подсистемы обеспечения базовых сервисов.

Стартовый комплект сетевых узлов всегда размещается в **Базовом модуле** (см. п. 6.2.1).

### 6.1.2 Подсистема аналитической обработки больших данных

Выполняет основные функции, связанные с хранением и работой с данными, в рамках Модулей аналитической обработки данных, и отвечает за:

- размещение нескольких сегментов кластера СУБД на каждом вычислительном узле Модуля аналитической обработки данных

- размещение основной и зеркальной копии сегмента СУБД на разных вычислительных узлах
- выполнение запросов в режиме MPP

Подсистема реализуется **Модулем аналитической обработки** (см. п. 6.2.2).

## 6.1.3 Подсистема управления

Выполняет функции распределения запросов между узлами, входящими в подсистему аналитической обработки данных. Предоставляет интерфейс, к которому обращаются администраторы и аналитические системы для работы с данными, хранящимися на узлах подсистемы аналитической обработки данных.

Подсистема реализуется **Модулем координации** (см. п. 6.2.3).

## 6.1.4 Подсистема резервного копирования

Включает один или несколько **Модулей резервного копирования** (см. п. 6.2.4), в зависимости от объема данных, подлежащих хранению в виде копий. В основе подсистемы лежит ПО, работающее по протоколу NFS.

## 6.1.5 Подсистема управления данными

Отвечает за организацию совместной работы с данными, интеграцию метаданных из различных систем обработки и анализа данных, а также предоставляет возможности поиска данных и совместной работы с метаданными, ведения корпоративного бизнес-глоссария и его тесной интеграции с каталогом данных. В основе подсистемы лежит ПО Arenadata Catalog.

Подсистема реализуется **Специализированным модулем (для управления данными)** (см. п. 6.2.5).

## 6.1.6 Подсистема преобразования данных

Состоит из **Специализированных модулей (для преобразования данных)** (см. п. 6.2.6), которые необходимы для создания аналитических платформ, а также для интеграции, выгрузки и обработки данных из любых источников. Является основой для выстраивания и оркестрации ETL/ELT-процессов.

# 6.2 Модули

## 6.2.1 Базовый модуль

Название в Едином реестре российской радиоэлектронной продукции — СКАЛА-Р Базовый модуль. Обеспечивает функционирование подсистемы обеспечения базовых сервисов и сетевой подсистемы (см. п. 6.1.1).

### Назначение

- Обеспечение сетевой связности между компонентами
- Организация выделенной сети управления **Машиной**
- Организация подключения к сети Заказчика
- Исполнение функций мониторинга и управления компонентами **Машины**

## Узлы

- Два вычислительных узла мониторинга и регистрации, которые объединены в зеркальный кластер и используются для служебных функций
- Два сетевых узла 25/100 Гбит/с для организации внутреннего сетевого взаимодействия
- Два сетевых узла 25/100 Гбит/с для организации сети внешнего доступа (опционально)
- Сетевой узел 1 Гбит/с для организации работы сети управления, также может быть выполнен в отказоустойчивом исполнении
- Два сетевых узла 100 Гбит/с для организации агрегации, в случае добавления внутренних портов в крупных конфигурациях ПАК (опционально)

## Отказоустойчивость обеспечена

- Резервированием вычислительных узлов, отвечающих за мониторинг и управление компонентами **Машины**
- Технологией RAID для дисков вычислительных узлов
- Резервированием сетевых коммутаторов (объединение сетевых узлов в MLAG-пару)

## Применяемое программное обеспечение

- **Скала<sup>®</sup> Визион**
- **Скала<sup>®</sup> Геном**
- ОС Альт 8 СП
- Сервисное ПО, входящее в состав Arenadata DB
- ПО для управления пользователями и аутентификацией (опционально)

### 6.2.2 Модуль аналитической обработки

Название в Едином реестре российской радиоэлектронной продукции — СКАЛА-Р Модуль аналитической обработки. Обеспечивает функционирование подсистемы аналитической обработки больших данных и выполняет задачи, связанные с хранением и обработкой данных (см. п. 6.1.2).

## Назначение

- Размещение нескольких сегментов кластера СУБД на каждом узле Модуля аналитической обработки
- Обеспечение размещения основной и зеркальной копии сегмента на различных вычислительных узлах, входящих в состав Модуля
- Одновременное выполнение DDL- и DML-операций, инициированных с узлов Подсистемы управления
- Автоматическое переключение между основной и зеркальной копией сегмента в случае недоступности основной копии
- Параллельная запись данных на сегменты кластера СУБД, поступающих с узлов Подсистемы управления

## Узлы

В состав Модуля входят вычислительные узлы, распределённые по 2 типам нагрузки:

- тип 1 – высокопроизводительный, необходимый для работы на высоких нагрузках
- тип 2 – наиболее сбалансированный, позволяющий хранить больше данных

## Отказоустойчивость обеспечена

- Технологией RAID для дисков вычислительных узлов
- Резервированием сетевых коммутаторов (объединение сетевых узлов в MLAG-пару)

## Применяемое программное обеспечение

- Arenadata DB
- ОС Альт 8 СП

### 6.2.3 Модуль координации

Название в Едином реестре российской радиоэлектронной продукции — СКАЛА-Р Модуль координации. Обеспечивает функционирование подсистемы управления (см. п. 6.1.3).

## Назначение

- Подключение к кластеру СУБД через протокол PostgreSQL
- Выполнение DDL- и DML-команд на кластере СУБД
- Вывод информации о текущем размещении основных и резервных сегментов кластера СУБД в терминале
- Переключение на узел горячего резерва с обеспечением непрерывной работоспособности подсистемы управления
- Проведение резервного копирования базы данных
- Резервное копирование и восстановление с параллельным выполнением на всех узлах кластера
- Управление ресурсными квотами и очередями
- Управление ресурсными группами для квотирования ресурсов процессора (CPU) и оперативной памяти (RAM)

## Узлы

В состав Модуля входят два вычислительных узла:

- первичный мастер-узел выполняет функции управления БД, трансляцию запросов, загрузку и выгрузку данных, выдачу результатов обработки запросов
- вторичный мастер-узел — зеркальная копия, которая обеспечивает работу системы при отказе первичного мастер-узла. Метаданные вторичного мастер-узла всегда синхронизированы с первичным

Вычислительные узлы в Модуле координации распределены по 2 типам нагрузки:

- тип 1 – высокопроизводительный, необходимый для работы на высоких нагрузках
- тип 2 – наиболее сбалансированный, позволяющий хранить больше данных

## Отказоустойчивость обеспечена

- Выполнением функционала минимум на 3 вычислительных узлах, логически связанных между собой
- Технологией RAID для дисков вычислительных узлов
- Резервированием сетевых коммутаторов (объединение сетевых узлов в MLAG-пару)

## Применяемое программное обеспечение

- Arenadata DB
- ОС Альт 8 СП

### 6.2.4 Модуль резервного копирования

Название в Едином реестре российской радиоэлектронной продукции — СКАЛА-Р Модуль резервного копирования. Обеспечивает функционирование подсистемы резервного копирования (см. п. 6.1.4).

## Назначение

- Резервирования и восстановления данных
- Хранение резервных копий

## Узлы

В состав Модуля входит один вычислительный узел, обеспечивающий хранение до 94Тбайт данных. Хранение осуществляется на накопителях NL-SAS

## Отказоустойчивость обеспечена

- Технологией RAID для дисков вычислительных узлов
- Резервированием сетевых коммутаторов (объединение сетевых узлов в MLAG-пару)

## Применяемое программное обеспечение

Сетевая файловая система (NFS) — распределенная файловая система, которая обеспечивает пользователям доступ к файлам, расположенным на вычислительных узлах.

### 6.2.5 Специализированный модуль (для управления данными)

Название в Едином реестре российской радиоэлектронной продукции — СКАЛА-Р Специализированный модуль. Обеспечивает функционирование подсистемы управления данными (см. п. 6.1.5). Интерфейс основного функционального ПО Модуля предоставляет доступ к каталогу метаданных, бизнес-глоссарию, поиску, профилированию и проверке качества корпоративных данных.

## Назначение

- Интеграции метаданных из различных систем обработки
- Анализа данных, поиска данных, совместной работы с метаданными
- Ведения корпоративного бизнес-глоссария и его интеграции с каталогом данных

## Узлы

В состав Модуля входит не менее двух вычислительных узлов

### Отказоустойчивость обеспечена

- Резервированием вычислительных узлов
- Технологией RAID для дисков вычислительных узлов
- Резервированием сетевых коммутаторов (объединение сетевых узлов в MLAG-пару)

### Применяемое программное обеспечение

- Arenadata Catalog (ADC)
- Postgres PRO Certified
- ОС Альт 8 СП

#### 6.2.6 Специализированный модуль (для преобразования данных)

Название в Едином реестре российской радиоэлектронной продукции — СКАЛА-Р Специализированный модуль. Обеспечивает функционирование подсистемы преобразования данных (см. п. 6.1.6).

## Назначение

Используется для решения задач, связанных с интеграцией данных, построения и наполнения хранилищ и витрин данных.

## Узлы

В зависимости от модификации, Модуль может состоять из 2х или 3х вычислительных узлов.

### Отказоустойчивость обеспечена

- Резервированием вычислительных узлов
- Технологией RAID для дисков вычислительных узлов
- Резервированием сетевых коммутаторов (объединение сетевых узлов в MLAG-пару)

### Применяемое программное обеспечение

- ПО для управления ETL/ELT-процессами

## 7. СПЕЦИФИЧНЫЕ ЧЕРТЫ

Проектирование и реализация Машины больших данных Скала<sup>®</sup>р МБД.Г осуществлялись с учётом ряда выбранных приоритетов, оказывающих непосредственное влияние на функциональные и эксплуатационные показатели. Наиболее значимые из них следующие:

*Реализация вычислительного блока на аппаратном уровне вместо использования виртуальной среды*

Эффект:

- максимум производительности на данном оборудовании (нет потерь на преобразования среды виртуализации, прочие сведены к минимуму)
- повышение надёжности ПАК (нет дополнительного программного слоя)

*Использование локальных дисков вместо сетевой системы хранения для снижения затрат на передачу данных*

Эффект:

- повышение производительности дисковой подсистемы (нет использования сетей для доступа к данным)
- повышение производительности (СУБД Arenadata DB изначально создана для работы с локальными накопителями)
- повышение надёжности ПАК (нет дополнительного сложного элемента в виде системы хранения)
- снижение стоимости ПАК (нет расходов на внешнюю систему хранения в целом, только на твердотельные накопители)

*Применение стандартного высоконадёжного и производительного оборудования в качестве платформы для размещения компонентов взамен уникальных аппаратных разработок*

Эффект:

- обеспечение стабильного уровня производительности (компоненты проверены временем)
- повышение надёжности ПАК (нет уникальных элементов)
- снижение стоимости сопровождения (доступность элементов при выходе из строя)

*Возможность интеграции типового и стороннего ПО для мониторинга и управления в дополнении к предустановленным*

Эффект:

- сохранение ранее сделанных инвестиций в системы управления ИТ-инфраструктурой
- возможность построения сквозных систем управления, в которые интегрируются **Машины** и в которых **Машина больших данных Скала<sup>®</sup> МБД.Г** — лишь один из элементов

## 8. ГАРАНТИРОВАННОЕ КАЧЕСТВО

Качественные показатели **Машины больших данных Скала<sup>®</sup> МБД.Г** обеспечиваются её соответствием проверенному стандартному варианту, соблюдением установленных норм и требований по формированию, реализацией работ высококвалифицированными специалистами на всех этапах жизненного цикла.

### Производство (комплектование и развёртывание ПО)

- При производстве используются высококачественные комплектующие
- Сборка продукции осуществляется строго в соответствии с утверждённым планом размещения компонентов
- Развёртывание и первичная конфигурация **Машины** осуществляются в автоматическом режиме
- Дополнительные настройки ПО осуществляются в соответствии с утверждённой методикой и пошаговой инструкцией
- Осуществляется функциональное тестирование сформированной **Машины**
- При необходимости возможны индивидуальные конфигурации **Машины больших данных Скала<sup>®</sup> МБД.Г**

### Передача в эксплуатацию

- **Машина больших данных Скала<sup>®</sup> МБД.Г** полностью сформирована, протестирована, готова к размещению в сети Заказчика и подключению прикладного ПО
- В комплекте с **Машиной** передаются паспорт и сертификат на поддержку
- Передаётся комплект документации, необходимый контролирующим организациям для аттестации **Машины больших данных Скала<sup>®</sup> МБД.Г** в контуре Заказчика
- По запросу проводится обучение специалистов Заказчика работе с **Машиной больших данных Скала<sup>®</sup> МБД.Г**

### Поддержка

- **Машина больших данных Скала<sup>®</sup> МБД.Г** поставляется с годовой поддержкой (более выгодный вариант — на 3 или 5 лет), которая включает в себя решение вопросов, связанных с нарушениями работоспособности как комплекса в целом, так и его отдельных аппаратных компонентов и программного обеспечения
- Первая и вторая линия поддержки предоставляются непосредственно производителем **Машины** или сертифицированным партнёром **Скала<sup>®</sup>**
- У Заказчика есть возможность выбора варианта поддержки из актуальных на момент поставки (как минимум, из вариантов 9×5 или 24×7)
- В сложных случаях в решении проблем на третьей линии поддержки участвуют архитекторы и инженеры, разработчики **Машины больших данных Скала<sup>®</sup> МБД.Г**

## Сопровождение

По запросу возможна реализация дополнительных требований по модернизации или развитию **Машины больших данных Скала<sup>®</sup> МБД.Г**, в том числе:

- аппаратная модернизация ПАК
- горизонтальное или вертикальное масштабирование **Машины**

Работы выполняются с участием архитекторов и инженеров, разработчиков **Машины** и ПО **Скала<sup>®</sup>**.

## 9. РЕАКЦИЯ МАШИНЫ НА ВОЗМОЖНЫЕ ОТКАЗЫ

### Отказы, связанные со стандартными элементами Скала<sup>®</sup>р МБД.Г

В рамках **Машины больших данных Скала<sup>®</sup>р МБД.Г** обеспечена отказоустойчивость её основных элементов и процессов, в том числе:

- узлов (дублирование процессоров, источников питания и др.)
- подсистемы ввода-вывода (RAID)
- сети внутреннего взаимодействия (дублирование сетевых интерфейсов)
- системы резервного копирования

Отказы перечисленных элементов отрабатываются стандартными алгоритмами в соответствии с произведёнными настройками. Любой единичный отказ не влияет на доступность системы в целом, хотя по конкретному сервису возможно небольшое снижение производительности. После устранения неисправности исходная производительность **Машины** также восстанавливается.

### Отказы, связанные с узлами кластера

#### Аппаратные сбои

Архитектура **Машины больших данных Скала<sup>®</sup>р МБД.Г** предусматривает построение масштабируемого многосегментного кластера, в котором заложены механизмы обеспечения отказоустойчивости на уровне данных и инфраструктуры.

Сегментные узлы **Машины** могут быть объединены в зеркальные пары для обеспечения автоматической реакции системы на отказ одного из узлов. В случае сбоя основного сегмента его зеркало берёт на себя выполнение запросов, сохраняя доступность и целостность данных. Координация осуществляется через мастер-узел и службу управления состоянием кластера.

Сбои управляющего мастер-узла нивелируются с помощью использования резервного мастера (Standby Master) — реплицированного экземпляра, способного автоматически перехватить управление при отказе основного.

Для дополнительного снижения риска потери данных и недоступности сервиса в составе ПАК может применяться отказоустойчивая сетевая инфраструктура, где все основные сетевые узлы задублированы, и отказоустойчивые дисковые подсистемы (RAID).

#### Программные сбои и человеческий фактор

Для минимизации последствий программных сбоев и ошибок оператора предусмотрены следующие меры:

- регулярное автоматическое резервное копирование с использованием встроенного специального ПО, которое даёт возможность организовать интеграцию с S3-хранилищами для создания точек восстановления (data dump, архив WAL). Процесс резервного копирования существенно не нагружает работу ПАК
- политики доступа и ролевые модели с разграничением прав, предотвращающие неконтролируемые действия со стороны персонала
- ведение централизованных логов и истории действий с возможностью выгрузки в корпоративную платформу наблюдаемости

## 10. ВАРИАТИВНОСТЬ МАШИН

### Приоритет производительности

Область применения:

- Data Warehouse как единое корпоративное хранилище архивных данных из разных источников
- информация оперативного доступа
- множественные аналитические запросы бизнеса

Варианты решения:

- увеличенный объём оперативной памяти
- повышение базовой частоты работы процессоров
- высокопроизводительные твердотельные накопители с подключением SAS (16×1,92 Тбайт)
- RAID 10

### Приоритет объёма хранения

Область применения:

- база знаний предприятия
- данные исторического анализа

Вариант решения:

- стандартные параметры Вычислительного модуля
- SSD повышенного объёма (24×3,84 Тбайт)
- RAID 10

### Варианты решения для повышения производительности

- Возможность использовать в комплексе оба варианта **Машины**
- Инженеры данных Заказчика могут выстроить правильные ETL-процессы
- **Машина больших данных Скала<sup>®</sup> МБД.Г** может быть адаптирована и сконфигурирована под структуру данных Заказчика, типы и периодичность запросов и др.

## 11. ТРЕБОВАНИЯ К РАЗМЕЩЕНИЮ МАШИНЫ

Машина больших данных Скала<sup>®</sup>р МБД.Г представляет собой комплект узлов для размещения в серверный монтажный шкаф 19", высота 42U и больше, с дальнейшей возможностью модульной расширяемости до 14 стоек (или более).

Монтажный шкаф (стойка) может быть поставлена как опция.

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. От этого зависит количество дополнительного коммутационного оборудования в составе Машины.

В месте установки должны быть предусмотрены соответствующие мощности по отводу тепла.

Для подключения к локальной сети Заказчика необходим резервированный канал до  $4 \times 100$  Gigabit Ethernet или до  $8 \times 10/25$  Gigabit Ethernet. Требуемые трансиверы определяются на этапе формирования спецификации **Машины**.

При развёртывании будут выполнены настройки сетевых адресов в соответствии со структурой сети Заказчика. Заказчик должен предоставить необходимые данные в соответствии с номенклатурой компонентов **Машины больших данных Скала<sup>®</sup>р МБД.Г.**

В сети Заказчика должны быть настроены соответствующие маршруты и права доступа.

Дальнейшие мероприятия по вводу в эксплуатацию осуществляются Заказчиком путём настройки прикладных программных систем.

## 12. ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА

Поставка **Машин больших данных Скала<sup>®</sup> МБД.Г** осуществляется с предварительными сборкой, тестированием и настройкой оборудования согласно требованиям Заказчика. Качественная поддержка обеспечивается едиными стандартами гарантийного и постгарантийного технического обслуживания:

- пакет услуг по технической поддержке на первый год включен в поставку
- Заказчик может выбирать пакет 9×5 или 24×7 (вариант для комплексов критической функциональности)
- срок начально приобретаемой технической поддержки может быть увеличен до 3-х и 5-и лет, также доступна пролонгация поддержки

Состав типовых пакетов услуг по технической поддержке **Машин больших данных Скала<sup>®</sup> МБД.Г** 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 <sup>®</sup>	+	+
Предоставление обновлений лицензионного ПО Скала <sup>®</sup>	+	+
Диагностика, анализ и устранение проблем в работе комплекса Скала <sup>®</sup> , включая: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ устранение аппаратных неисправностей</li> <li>■ техническое сопровождение ПО</li> </ul>	+	+
Консультации по работе комплекса Скала <sup>®</sup>	+	+
«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	+	+

Услуги	Пакет «9×5»	Пакет «24×7»
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

Комплекс **Машина больших данных Скала<sup>Ар</sup> МБД.Г** архитектурно является устойчивым к выходу из строя отдельных компонентов и даже узлов, поэтому нет необходимости в обеспечении дорогостоящего сервиса срочного восстановления оборудования в течение суток и менее. В комплексе предусмотрено как минимум двойное резервирование основных компонентов, позволяющее сохранять данные и работоспособность даже при выходе из строя нескольких дисков и/или серверов (узлов).

## 13. ЛИЦЕНЗИРОВАНИЕ ПО В СОСТАВЕ МОДУЛЕЙ

Команда Скала<sup>®</sup> активно занимается развитием программных продуктов **Машин больших данных Скала<sup>®</sup> МБД.8**. Направления развития формируются на основе анализа мирового опыта использования систем подобного класса и пожеланий Заказчиков и партнеров. Новые функции реализуются в форме релизов, которые могут выходить несколько раз в год.

Программное обеспечение Arenadata Catalog лицензируется по количеству пользователей с правами администратора или модератора.

Программное обеспечение Скала<sup>®</sup> Геном, Скала<sup>®</sup> Визион поставляется исключительно в составе **Машин Скала<sup>®</sup>** и лицензируется по метрикам комплекса в соответствии с количеством серверных узлов.

### 13.1 Политика обновления ПО

Команда Скала<sup>®</sup> активно занимается развитием собственных программных продуктов. Направления развития формируются на основе анализа мирового опыта использования систем подобного класса и пожеланий Заказчиков и партнеров. Новые функции реализуются в форме релизов. Обновления для **Машин**, находящихся в эксплуатации, производятся по согласованию с Заказчиком.

## О КОМПАНИИ

Скала<sup>®</sup> — модульная платформа для построения высоконагруженной ИТ-инфраструктуры, продукт Группы Rubytech.

Программно-аппаратные комплексы (**Машины**) Скала<sup>®</sup> выпускаются с 2015 года и представляют широкий технологический стек для построения динамических инфраструктур и инфраструктур управления данными высоконагруженных информационных систем.

Продукты Скала<sup>®</sup> включены в Реестр промышленной продукции, произведенной на территории Российской Федерации, и в Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД. Соответствует критериям доверенности и использованию для объектов критической информационной инфраструктуры (КИИ).

**Машины Скала<sup>®</sup>** являются серийно выпускаемыми преднастроенными комплексами, которые быстро развертываются и вводятся в эксплуатацию. Глубокая интеграция технических средств и программного обеспечения в ПАК Скала<sup>®</sup> 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<sup>®</sup> от производителя обеспечивают оперативное разрешение инцидентов на стыке технологий.

Дополнительная информация — на сайте [www.skala-r.ru](http://www.skala-r.ru).