



# Машина больших данных Скала^р МБД.Т

Программно-аппаратный комплекс для развертывания высокопроизводительных программных систем на основе резидентной СУБД Picodata

## Технический обзор

версия 3.4 от 01.07.2026



## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| Предисловие .....                                      | 3  |
| Перечень терминов и сокращений.....                    | 4  |
| 1. Введение .....                                      | 5  |
| 2. Отличительные черты .....                           | 6  |
| 3. Подтвержденная безопасность.....                    | 8  |
| 3.1 Операционные системы .....                         | 8  |
| 3.2 СУБД .....                                         | 9  |
| 3.3 Средства защиты.....                               | 10 |
| 4. Принципы создания Машины .....                      | 12 |
| 4.1 Основные принципы .....                            | 12 |
| 4.2 Основы резидентных СУБД .....                      | 12 |
| 5. Вариативность Машин .....                           | 14 |
| 6. Состав Машины .....                                 | 15 |
| 6.1 Комплекты поставки .....                           | 15 |
| 6.2 Подсистемы .....                                   | 17 |
| 6.3 Модули .....                                       | 18 |
| 7. Программные компоненты.....                         | 22 |
| 7.1 Программная платформа Скала^р Геном .....          | 22 |
| 7.2 ПО Скала^р Визион (компонент ПО Геном) .....       | 22 |
| 8. Гарантированное качество .....                      | 23 |
| 9. Реакция Машины на возможные отказы.....             | 24 |
| 9.1 Отказы, связанные со стандартными элементами ..... | 24 |
| 9.2 Отказы, связанные с узлами кластера .....          | 24 |
| 10. Требования к размещению Машины.....                | 25 |
| 11. Техническая поддержка .....                        | 26 |
| 12. Поставка и лицензирование ПО .....                 | 28 |
| 12.1 Политика обновления ПО .....                      | 28 |
| О Компании .....                                       | 29 |

## ПРЕДИСЛОВИЕ

### Уведомление

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

Технические характеристики, указанные в документе, носят исключительно справочный характер и не могут служить основанием для претензий.

Технические характеристики произведенных ПАК могут отличаться от приведенных в настоящем документе вследствие модификации ПАК.

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

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

### Описание документа

Документ раскрывает, как оптимизированные программно-аппаратные комплексы отвечают современным вызовам, и дает концептуальный и архитектурный обзоры **Машины больших данных Скала^р МБД.Т** (далее **Скала^р МБД.Т**, **Машина**, **МБД.Т**, **ПАК**).

### Аудитория

Технический обзор предназначен для партнеров **Скала^р** и заказчиков, перед которыми ставятся задачи разработки решения, закупки, управления или эксплуатации **Машины больших данных Скала^р МБД.Т**.

### Обратная связь

**Скала^р** и авторы этого документа открыты для дискуссии и будут благодарны за любые конструктивные замечания. Ваши отзывы и предложения просим направлять по электронной почте на адрес [MBD8@skala-r.ru](mailto:MBD8@skala-r.ru), обязательно указав в теме письма название документа.

## ПЕРЕЧЕНЬ ТЕРМИНОВ И СОКРАЩЕНИЙ

| Термин, сокращение | Определение                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ACID               | (англ. Atomicity, Consistency, Isolation, Durability) Набор требований к транзакционной системе, обеспечивающий наиболее надёжную и предсказуемую её работу – атомарность, согласованность, изоляцию, устойчивость                                                                                                                                      |
| ACL-модель         | (англ. Access Control List) «Список разрешений» для каждого объекта в системе, который чётко говорит, кто и что может делать                                                                                                                                                                                                                            |
| ETL                | (англ. Extract, Transform, Load) Процесс транспортировки данных, при котором информацию из разных мест преобразуют и кладут в новое место                                                                                                                                                                                                               |
| MLAG               | (англ. Multi-Switch Link Aggregation) Технология агрегации каналов, позволяющая одному или нескольким линкам с двух разных сетевых узлов быть объединёнными 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                                                                                               |
| RPO                | (англ. Recovery Point Objective) RPO показывает, к какому моменту во времени можно откатить данные после инцидента                                                                                                                                                                                                                                      |
| RTO                | (англ. Recovery Time Objective) Время на восстановление системы                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Кластер            | Отказоустойчивая архитектура функционала Машины                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Машина             | Набор аппаратного и программного обеспечения в виде Модулей Скала <sup>^</sup> р, соединённых вместе для обеспечения определенного метода обработки данных или предоставления ИТ-сервиса с заданными характеристиками. Зарегистрирована в ЕРРРП                                                                                                         |
| Модуль             | Функционально завершённый комплект сконфигурированных 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 |
| Подсистема         | Логическое объединение компонентов по функциональному признаку, с целью пояснения состава и принципов действия ПАК                                                                                                                                                                                                                                      |
| Узел               | Вычислительный узел (сервер) или сетевой узел (коммутатор) в составе Модуля, в зависимости от контекста                                                                                                                                                                                                                                                 |

## 1. ВВЕДЕНИЕ

**Машина больших данных Скала<sup>А</sup>р МБД.Т** – это программно-аппаратный комплекс для обработки и хранения данных и построения высокопроизводительных решений на базе резидентной (In-Memory) СУБД **Picodata**. ПАК обеспечивает высочайший отклик при OLTP-нагрузках и объединяет аппаратную платформу и оптимизированное ПО, что позволяет работать с большими объемами данных быстрее, надежнее и с меньшими затратами.

### Преимущества

- Проработанная интеграция аппаратного и программного обеспечения снижает стоимость обслуживания и сокращает расходы на сопровождение
- Возможность масштабирования с увеличением емкости хранения данных от 1 до 30 Тбайт без перебоев в работе
- Резервирование критичных компонентов, устойчивые сетевые протоколы и защита от простоев дают высокий уровень надежности
- Использование современных NVMe-накопителей и стогигабитных сетей обеспечивают мгновенный отклик даже при пиковых нагрузках

### Особенности архитектуры

- Программная основа – СУБД Picodata с поддержкой резидентных вычислений, строгой согласованности данных и безопасной среды исполнения на языке Rust
- Производительность – современные NVMe-накопители, стогигабитные сети, оптимизация структуры кластера для снижения времени отклика
- Отказоустойчивость – надежные комплектующие, устойчивые сетевые протоколы, резервирование в каждом модуле
- Сетевые интерфейсы – высокоскоростной Ethernet (100 Гбит/с) для подключения к внешним системам
- Мониторинг и управление – встроенные средства контроля состояния оборудования и ПО, система резервного копирования

### Области применения ПАК

- Обработка и аналитика больших массивов данных в реальном времени
- Сервисы с высокими SLA
- Системы, требующие масштабирования при росте нагрузки
- Проекты с требованиями по импортозамещению и информационной безопасности

Программно-аппаратные комплексы **Машины больших данных Скала<sup>А</sup>р МБД.Т** включены в Единый реестр российской радиоэлектронной продукции и работают на ПО, включенном в реестр Минцифры РФ.

## 2. ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ЧЕРТЫ

### Резидентная обработка критичных данных

- Резидентное хранение и обработка данных в оперативной памяти для систем с требованиями к задержке в **единицы миллисекунд**
- Надежный источник данных на платформе Picodata: транзакционная модель, журналирование изменений (WAL), репликация и сегментирование
- Производительность до **100 000 операций в секунду на одно CPU-ядро** при простых транзакционных сценариях (внутренние тесты)
- Стабильная работа при утилизации оперативной памяти **до 80% и выше** при смешанных нагрузках чтения и записи
- Практическая емкость «горячего» слоя данных – **от 1 до 30 Тбайт** за счет In-Memory хранения и сжатия данных

### Производительность и масштабирование

- Архитектура, оптимизированная под современные x86-серверы и **NVMe-накопители** для WAL и snapshot
- Горизонтальное масштабирование кластера с ростом нагрузки **без остановки приложений**
- Линейный рост производительности при добавлении вычислительных узлов в пределах «горячего» контура данных
- Минимальные задержки межузлового взаимодействия за счет оптимизированного сетевого и In-Memory дизайна

### Надежность и отказоустойчивость

- ACID-транзакции для всех операций записи и обновления данных
- Синхронная и асинхронная репликация внутри площадки и между ЦОД
- Восстановление после сбоя за счет snapshot и WAL с минимальным временем простоя (минуты, а не часы)
- Резервирование критичных компонентов на уровне платформы и инфраструктуры

### Сохранность и контроль доступа

- Единый журнал изменений (WAL) для обеспечения целостности данных
- Гибкая ACL-модель разграничения доступа
- Регулярные snapshot и журналы изменений для восстановления данных и аудита
- Возможность реализации RPO  $\approx 0$  в конфигурациях с синхронной репликацией

### Интеграция и удобство эксплуатации

- SQL-интерфейс, близкий к PostgreSQL, без необходимости переобучения команд
- Использование как высокопроизводительного оперативного слоя данных между OLTP-системами и аналитическими платформами
- Снижение нагрузки на классические транзакционные СУБД и Data Warehouse

### Быстрый и безопасный запуск

- Типовые конфигурации, подтвержденные нагрузочными тестами

- Автоматизированное развертывание, исключающее ошибки ручной настройки
- Гарантируемый уровень производительности при соблюдении рекомендованной архитектуры

### Контроль, управление и эксплуатация

- Встроенный мониторинг платформы и аппаратных ресурсов
- Преднастроенные пороговые значения и алерты по ключевым метрикам
- Централизованное управление и администрирование кластера
- Единый сервисный контур поддержки и сопровождения

### Эксплуатация и сервис

- Единый сервисный центр и единая ответственность
- Оперативные исправления и рекомендации
- Паспорт **Машины** в комплекте
- Обучение команды заказчика

### Экономика

- Лицензии Picodata уже в составе ПАК
- Сжатые сроки ввода в эксплуатацию
- Только необходимые компоненты
- Минимальные затраты на комплексную поддержку

## 3. ПОДТВЕРЖДЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

### 3.1 Операционные системы

Машина больших данных Скала<sup>А</sup>р МБД.Т поставляется с одной из сертифицированных операционных систем:

- **ОС Альт 8 СП** (сертификат ФСТЭК №3866 от 10.08.2018, действует до 10.08.2028)
- **РЕД ОС** (сертификат ФСТЭК №4060 от 12.01.2019, действует до 12.01.2029)
- **Astra Linux Special Edition** (сертификат ФСТЭК №2557 от 27.01.2012, действует до 27.01.2031)

#### ОС Альт 8 СП

В соответствии с нормативным правовым актом «Требования безопасности информации к операционным системам» (ФСТЭК России, 2016), ОС предназначена для:

- обеспечения 1, 2, 3 класса защищенности информации, не составляющей государственную тайну, содержащейся в государственных информационных системах
- обеспечения 1, 2, 3 класса защищенности автоматизированной системы управления
- обеспечения безопасности значимых объектов критической информационной инфраструктуры 1, 2, 3 категории значимости
- применения в информационных системах общего пользования 2 класса
- обеспечения выполнения программ в защищенной среде

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) по 4 классу защиты
- «Требования по безопасности информации к средствам виртуализации» (ФСТЭК России, 2022) 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) по 4 уровню доверия
- «Требования по безопасности информации к системам управления базами данных» (ФСТЭК России, 2023) по 4 классу защиты

#### РЕД ОС

Может применяться для защиты информации в:

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

- 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) по 4 классу защиты
- «Требования по безопасности информации к средствам виртуализации» (ФСТЭК России, 2022) 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) по 4 уровню доверия

### Astra Linux Special Edition

Может применяться для защиты информации в:

- информационных системах, не предназначенных для обработки сведений государственной тайны
- государственных информационных системах 1 класса защищенности
- автоматизированных системах управления производственными и технологическими процессами 1 класса защищенности
- информационных системах персональных данных при необходимости обеспечения 1 уровня защищенности персональных данных
- информационных системах общего пользования 2 класса

ОС соответствует требованиям следующих нормативных документов:

- «Требования безопасности информации к операционным системам» (ФСТЭК России, 2016), «Профиль защиты операционных систем типа А первого класса защиты. ИТ.ОС.А1.ПЗ» (ФСТЭК России, 2017) по 1 классу защиты и «Профиль защиты ОС типа А второго класса защиты. ИТ.ОС.А2.ПЗ» по 2 классу защиты
- «Требования по безопасности информации к средствам контейнеризации» (ФСТЭК России, 2022) по 1 классу защиты
- «Требования по безопасности информации к средствам виртуализации» (ФСТЭК России, 2022) по 1 классу защиты
- «Требования по безопасности информации к системам управления базами данных» (ФСТЭК России, 2023) по 1 классу защиты
- «Требования по безопасности информации, устанавливающие уровни доверия к средствам технической защиты информации и средствам обеспечения безопасности информационных технологий» (ФСТЭК России, 2020) по 1 уровню доверия

## 3.2 СУБД

**Машина больших данных Скала<sup>А</sup>р МБД.Т** использует сертифицированную СУБД **Picodata Grid** (Сертификат ФСТЭК №4917 от 03.03.2025, действует до 03.03.2030).

СУБД может применяться для защиты информации в:

- государственных информационных системах 1 класса защищенности
- информационных системах персональных данных 1 уровня защищенности

- значимых объектах критической информационной инфраструктуры 1 категории
- автоматизированных системах управления производственными и технологическими процессами 1 класса защищенности
- информационных системах 2 класса общего пользования

СУБД соответствует «Требованиям по безопасности информации к системам управления базами данных» (ФСТЭК России, 2023, приказ № 64) – по 4 уровню доверия.

### 3.3 Средства защиты

Обеспечивается полная совместимость **Машины больших данных Скала<sup>А</sup>р МБД.Т** с наложенными средствами защиты:

- антивирусное средство защиты **Kaspersky Endpoint Security для Linux** (сертификат ФСТЭК №2534 от 27.12.2011, действует до 27.12.2030)
- средство доверенной загрузки ПАК «**Соболь**» версия 4 (сертификат ФСТЭК №4043 от 05.12.2018, действует до 05.12.2028)
- система единой аутентификации **Avanpost FAM** (сертификат ФСТЭК №4492 от 13.12.2021, действует до 13.12.2026)

#### Kaspersky Endpoint Security для Linux

ПО может применяться для защиты информации в:

- государственных информационных системах 1 класса защищенности
- информационных системах персональных данных при необходимости обеспечения 1 уровня защищенности персональных данных
- значимых объектах критической информационной инфраструктуры 1 категории
- автоматизированных системах управления производственными и технологическими процессами 1 класса защищенности
- 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.САВЗ.Б2.ПЗ» (ФСТЭК России, 2012)
- «Профиль защиты средств антивирусной защиты типа В второго класса защиты. ИТ.САВЗ.В2.ПЗ» (ФСТЭК России, 2012)
- «Профиль защиты средств антивирусной защиты типа Г второго класса защиты. ИТ.САВЗ.Г2.ПЗ.»
- «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.ПЗ» (ФСТЭК России, 2014)

#### «Соболь» версия 4

ПО может применяться для защиты информации в:

- государственных информационных системах 1 класса защищенности
- информационных системах персональных данных при необходимости обеспечения 1 уровня защищенности персональных данных
- значимых объектах критической информационной инфраструктуры 1 категории
- автоматизированных системах управления производственными и технологическими процессами 1 класса защищенности
- 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 базовой системы ввода-вывода второго класса защиты. ИТ.СДЗ.УБ2.ПЗ» (ФСТЭК России, 2013)

### Avanpost FAM

ПО может применяться для защиты информации в:

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

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

## 4. ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ МАШИНЫ

**Машина больших данных Скала<sup>Λ</sup>р МБД.Т** – программно-аппаратный комплекс для размещения и работы с данными в оперативной памяти. В основе ПАК лежит Picodata. Архитектура и состав компонентов изначально ориентированы на конкретную реализацию резидентной (In-Memory) СУБД, что обеспечивает предсказуемые характеристики производительности, масштабирования и отказоустойчивости.

**Традиционный подход** к крупномасштабным реляционным СУБД для задач OLTP опирается на вертикальное масштабирование и один активный вычислительный узел (остальные – для резервирования). При росте объема хранения это ведет к нелинейному усложнению транзакций и росту задержек. Переход к ПАК, спроектированному под конкретную транзакционную СУБД, частично снимает ограничения, но не решает фундаментальную проблему вертикального потолка.

Комплексный подход к крупномасштабным реляционным СУБД на базе **Машины больших данных Скала<sup>Λ</sup>р МБД.Т**, что используется для задач OLTP, реализует иной принцип: горизонтальное масштабирование за счет распределения нагрузки между активными экземплярами кластера и хранения рабочей части данных в оперативной памяти или на локальных накопителях, в зависимости от требования к производительности.

### 4.1 Основные принципы

#### Репликация и отказоустойчивость

Инстансы объединяются в репликasetы с одной активной и одной/несколькими резервными репликами. При отказе активной реплики резервная автоматически принимает роль активной. Коэффициент репликации задается глобально, обеспечивая требуемый баланс между производительностью и отказоустойчивостью.

#### Координация запросов

При выполнении распределенного SQL любой узел может брать на себя роль координатора запроса: узел разбивает план, рассылает части на соответствующие бакеты/репликasetы по RPC<sup>1</sup> и агрегирует результат. Это динамическая роль запроса, а не отдельный тип узла.

#### Интерконнект и масштабирование

Внутрикластерная сеть (интерконнект) – 100 Гбит/с. Поддерживаются конфигурации от 3 до 125 вычислительных узлов, что позволяет хранить в оперативной памяти более 100 Тбайт данных в зависимости от количества реплик; масштабирование выполняется без остановки сервисов.

#### Персистентность In-Memory

Данные в памяти персистентны за счет WAL и периодических снимков; для пользователя журналирование прозрачно. Это обеспечивает строгую консистентность и быстрое восстановление (RPO/RTO задаются политиками).

### 4.2 Основы резидентных СУБД

Традиционные СУБД оптимизированы под хранение данных на энергонезависимых блочных носителях – жестких дисках и твердотельных накопителях. И хотя они разработаны с учетом требований обработки транзакций, операции вставки, обновления,

<sup>1</sup> RPC (от англ. Remote Procedure Call) Вызов удалённых процедур, класс технологий, позволяющих программам вызывать функции или процедуры в другом адресном пространстве (на удалённых узлах либо в независимой сторонней системе на том же узле)

частичной выборки в этих СУБД остаются весьма медленными из-за необходимости частой и дублирующей синхронизации с устройством постоянного хранения.

Заметного роста производительности можно достичь, разместив традиционную реляционную базу данных непосредственно в оперативной памяти. И ряд коммерческих СУБД, в том числе Oracle Database, IBM DB2, Microsoft SQL Server, допускают такие варианты применения.

Еще больший эффект достигается за счет отказа от использования реляционных структур и снижения требований к согласованности данных: резидентные NoSQL-СУБД классов «ключ – значение» и «семейство столбцов» позволяют достичь высокой производительности благодаря горизонтальному масштабированию в таких условиях. Нереляционные агрегатные модели данных дают возможность разделять базы данных на сегменты по формальному признаку, например, значению хэш-функции от ключа, и сегменты, будучи в нереляционных условиях фактически независимыми, могут управляться отдельными экземплярами СУБД, располагаемыми на различных аппаратных узлах. Снижение требований к согласованности позволяет сохранять уровень производительности на уровне близком к тому, как если бы база данных не была распределена по сети и не содержала реплик данных, полагаясь на «согласованность в конечном счете», когда рано или поздно для отдельно взятой записи система придет в согласованное состояние.

Использование распределенной схемы позволяет достичь не только горизонтальной масштабируемости и заметного роста производительности при добавлении новых узлов, но и увеличить устойчивость системы путем наличия нескольких копий данных. Как следствие – потеря отдельного узла и даже группы узлов – не приводит к потере данных, хотя общая производительность при этом может уменьшиться.

**Резидентные технологии** ускоряют доступ к данным и их обработку. Так, традиционная СУБД выдерживает нагрузку до пары десятков тысяч запросов в секунду, резидентная СУБД на аналогичном оборудовании способна **обрабатывать сотни тысяч запросов** за то же время.

СУБД Picodata, изначально разработанная как резидентная NoSQL-СУБД класса «ключ – значение», успешно применяется в качестве распределенных кэшей, для сервисов метаданных, организации брокеров сообщений. Применить ее в качестве основной СУБД для систем, требующих строгой согласованности, позволяют доработки, выполненные в Picodata – благодаря им система прочно занимает место в классе, обозначаемом как «NewSQL», соединяя свойства горизонтальной масштабируемости, отказоустойчивости и сверхвысокой производительности из мира NoSQL и обеспечивая максимально строгие транзакционные требования, которые ранее удовлетворялись только в классических реляционных СУБД.

Обеспечение строгой согласованности, реализация Raft-консенсуса, поддержка языков запросов SQL и GraphQL, а также сервер приложений на языках Rust, встроенный в Picodata и обеспечивающий прямой доступ к резидентной базе, позволяют работать с ней как с полноценным транзакционным решением корпоративного уровня, обладающим при этом свойствами горизонтальной масштабируемости и сверхвысокой производительностью, унаследованными от распределенных резидентных NoSQL-систем.

## 5. ВАРИАТИВНОСТЬ МАШИН



Скала^р МБД.Т К-1



Скала^р МБД.Т К-2



Скала^р МБД.Т К-3

Рисунок 1. Варианты поставки МБД.Т (примеры)

Таблица 1. Типовые комплекты поставки Машины больших данных Скала^р МБД.Т

| Параметры модели                                               | К-1        | К-2        | К-3       |
|----------------------------------------------------------------|------------|------------|-----------|
| Количество секций (стоек)                                      | 2          | 16         | 1         |
| Общее энергопотребление                                        | до 15 кВт  | до 120 кВт | до 15 кВт |
| Энергопотребление на стойку                                    | до 7,5 кВт | до 7,5 кВт | до 15 кВт |
| Количество серверов - узлов вычисления и хранения              | 16         | 128        | 16        |
| Количество In-Memory платформ                                  | 1          | 1          | 1         |
| Общий объем БД, Тбайт (при минимум двух репликах на один шард) | до 6       | до 30      | до 6      |
| Объем хранения системы резервного копирования (СРК), Тбайт     | до 180     | до 1440    | до 180    |

## 6. СОСТАВ МАШИНЫ

Ниже приведены термины, используемые для комплектации **Машины больших данных Скала^р МБД.Т**.

**Машина** – это набор аппаратного и программного обеспечения в виде **Модулей Скала^р**, 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 ее назначением. Модуль является единым и неделимым элементом спецификации и содержит набор аппаратных узлов и ПО.

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

### 6.1 Комплекты поставки

**Машины больших данных Скала^р МБД.Т** поставляются в виде функционально полного набора **Модулей Скала^р** 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^р**, минимально-необходимый для функционирования всех подсистем, обеспечивающих выполнение основного функционала **Машины**.

Комплект модулей расширения – это набор **Модулей Скала^р**, позволяющий масштабировать ПАК, например, когда не хватает портовой емкости, или есть необходимость увеличить производительность и объем хранения данных. Кроме того, можно добавить специальные **Модули Скала^р**, позволяющие расширить функциональность ПАК.

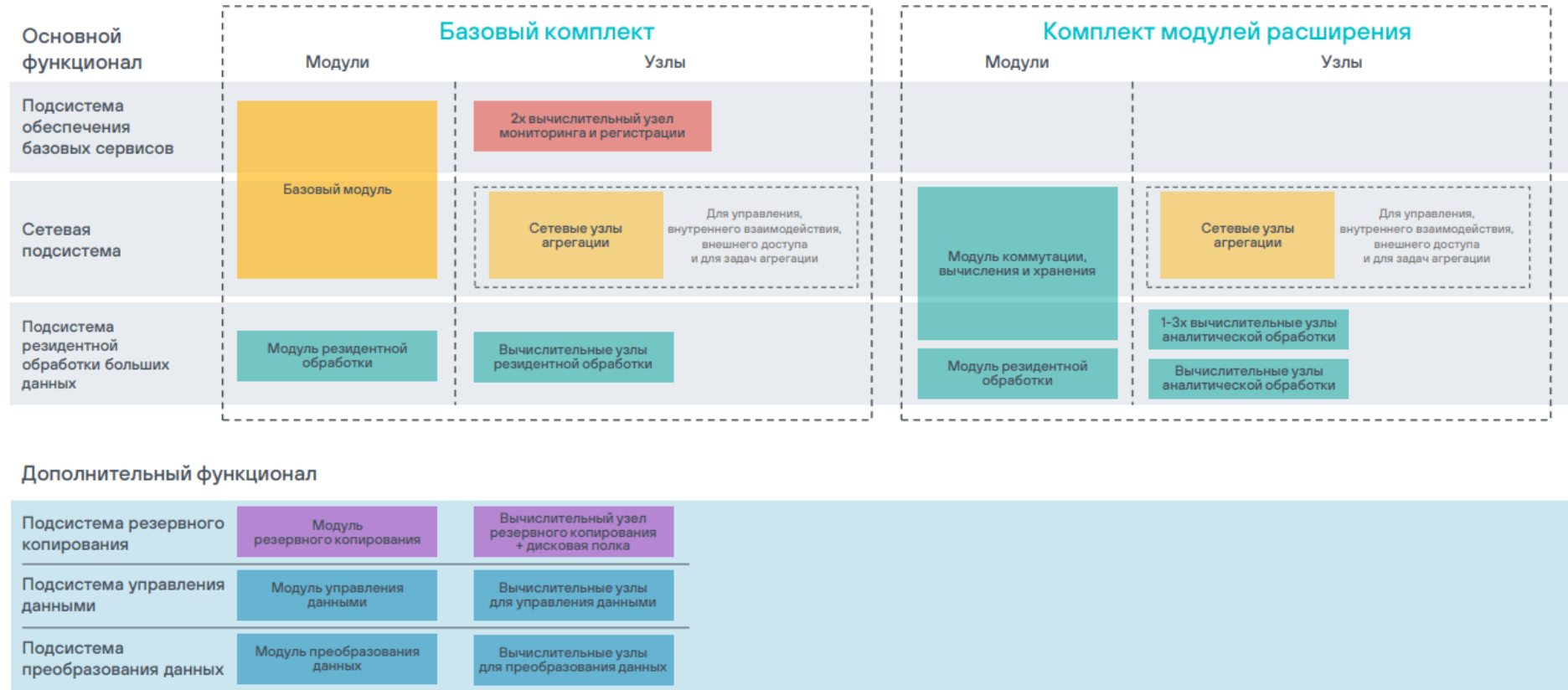


Рисунок 2. Комплектация Машины больших данных Скала<sup>®</sup>р МБД.Т

### 6.2 Подсистемы

Функции **Скала^р МБД.Т** 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** для выполнения задач прямого назначения.

Дополнительный функционал – набор подсистем из **Модулей**, обеспечивающих расширение функций **Машины**.

#### 6.2.1 Подсистема обеспечения базовых сервисов и сетевая подсистема

Подсистема обеспечения базовых сервисов отвечает за мониторинг и управление аппаратными и программными компонентами **Машины**. В нее включены вычислительные узлы **Базового модуля** (см. п. [6.3.1](#)), на которых предустановлено сервисное ПО **Скала^р Геном** и **Скала^р Визион**, выполняющее следующие функции:

- сбор, хранение и отображение на дашбордах данных мониторинга
- управление аппаратными компонентами
- управление пользователями и аутентификация (опционально)
- настройка программных компонентов
- настройка интеграции со сторонним ПО
- контроль и управление очередями подсистемы потоковой обработки данных

Архитектура подсистемы обеспечивает отказоустойчивый режим работы.

Сетевая подсистема выполняет функцию организации сетевой связанности между всеми вычислительными узлами, входящими в состав **Скала^р МБД.Т**, 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. [6.3.1](#)).

#### 6.2.2 Подсистема резидентной обработки больших данных

Основная подсистема, обеспечивающая работу основного функционального ПО. В этой подсистеме хранятся и обрабатываются данные в оперативной памяти или на локальных накопителях, в зависимости от конфигурации ПАК. Скорость обработки данных, хранимых в модулях, входящих в подсистему, может отличаться в зависимости от SLA.

Подсистема реализуется **Модулем резидентной обработки** (см. п. [6.3.2](#)).

#### 6.2.3 Подсистема резервного копирования

Включает один или несколько **Модулей резервного копирования** (см. п. [6.3.3](#)), в зависимости от объема данных, подлежащих хранению в виде копий. В основе подсистемы лежит ПО, работающее по протоколу NFS.

### 6.2.4 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-гlossария и его тесной интеграции с каталогом данных. В основе подсистемы лежит ПО Arenadata Catalog.

Подсистема реализуется **Модулем управления данными** (см. п. [6.3.4](#)).

### 6.2.5 Подсистема преобразования данных

Состоит из **Модулей преобразования данных** (см. п. [6.3.5](#)), 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.

## 6.3 Модули

### 6.3.1 Базовый модуль

Название в Едином реестре российской радиоэлектронной продукции – СКАЛА-Р Базовый модуль. Обеспечивает функционирование подсистемы обеспечения базовых сервисов и сетевой подсистемы (см. п. [6.2.1](#)).

#### Назначение

- Обеспечение сетевой связанности 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 накопителей вычислительных узлов
- Резервированием сетевых коммутаторов (объединение сетевых узлов в MLAG-пару)

### Применяемое программное обеспечение

- Скала^р Визион
- Скала^р Геном
- ОС, входящая в состав ПАК
- Сервисное ПО, входящее в состав Arenadata Cluster Manager (ADCM)
- ПО для управления пользователями и аутентификацией (опционально)

#### 6.3.2 Модуль резидентной обработки

Название в Едином реестре российской радиоэлектронной продукции – СКАЛА-Р Модуль резидентной обработки. Обеспечивает функционирование подсистемы резидентной обработки больших данных (см. п. [6.2.2](#)).

### Назначение

- Обработка и хранение данных в оперативной памяти с возможностью горизонтального масштабирования
- Обработка и хранения данных на локальных накопителях с возможностью горизонтального масштабирования
- Выполнение запросов и распределенные вычисления

### Узлы

В состав **Модуля** входят вычислительные узлы, распределенные по 3 типам нагрузки:

- тип 1 – высокопроизводительный, необходим для работы на высоких нагрузках
- тип 2 – наиболее сбалансированный, позволяет хранить больше данных
- тип 3 – позволяет хранить большой объем информации на локальных накопителях

### Отказоустойчивость обеспечена

- Хранением данных минимум на 2 вычислительных узлах
- Технологией RAID для накопителей вычислительных узлов
- Резервированием сетевых коммутаторов (объединение сетевых узлов в MLAG-пару)

### Применяемое программное обеспечение

- Picodata
- ОС, входящая в состав ПАК

#### 6.3.3 Модуль резервного копирования

Название в Едином реестре российской радиоэлектронной продукции – СКАЛА-Р Модуль резервного копирования. Обеспечивает функционирование подсистемы резервного копирования (см. п. [6.2.3](#)).

### Назначение

- Резервирование и восстановление данных
- **Хранение** резервных копий

### Узлы

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

### Отказоустойчивость обеспечена

- Технологией RAID для накопителей 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.

#### 6.3.4 Модуль управления данными

Обеспечивает функционирование подсистемы управления данными (см. п. [6.2.4](#)). Интерфейс основного функционального ПО Модуля предоставляет доступ к каталогу метаданных, бизнес-гlossарию, поиску, профилированию и проверке качества корпоративных данных.

### Назначение

- Интеграция метаданных из различных систем обработки
- Анализ данных, поиск данных, совместная работа с метаданными
- Ведение корпоративного бизнес-гlossария и его интеграция с каталогом данных

### Узлы

В состав Модуля входит не менее двух вычислительных узлов.

### Отказоустойчивость обеспечена

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

### Применяемое программное обеспечение

- Arenadata Catalog (ADC)
- ОС, входящая в состав ПАК

#### 6.3.5 Модуль преобразования данных

Обеспечивает функционирование подсистемы преобразования данных (см. п. [6.2.5](#)).

### 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 двух или трех вычислительных узлов.

### Отказоустойчивость обеспечена

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

### Применяемое программное обеспечение

- ПО для управления ETL-процессами

## 7. ПРОГРАММНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

### 7.1 Программная платформа Скала^р Геном

Программная платформа **Скала^р Геном** предназначена для управления жизненным циклом **Машины**.

Основные преимущества **Скала^р Геном**:

- упрощает поддержку **Машин**, установленных у заказчика, включая вопросы обновления компонентов
- снижает требования к квалификации эксплуатирующего **Машину** персонала

### 7.2 ПО Скала^р Визион (компонент ПО Геном)

**Машины** поставляются со средствами мониторинга, настроенными на контроль характерных для **Машин Скала^р** параметров с заданными пороговыми значениями, позволяя из единой консоли проводить полноценный мониторинг всех компонентов **Машины**.

Основные функциональные возможности встроенного в **Машину** мониторинга:

- мониторинг серверного оборудования
- мониторинг сетевого оборудования
- мониторинг программно-определяемого хранилища и сервисов объектного хранения
- централизованное хранение и анализ лог-файлов
- система пороговых оповещений и их отправки
- передача данных во внешние системы мониторинга
- возможность централизованного мониторинга нескольких **Машин Скала^р**

## 8. ГАРАНТИРОВАННОЕ КАЧЕСТВО

Качественные показатели **Машины больших данных Скала^р МБД.Т** обеспечиваются ее соответствием проверенному стандартному варианту, соблюдением установленных норм и требований по формированию, реализацией работ высококвалифицированными специалистами на всех этапах жизненного цикла.

### Производство и сборка: без компромиссов

- Используются только **проверенные комплектующие**, отобранные под реальные нагрузки
- Все компоненты собираются строго по регламенту, в соответствии с утвержденной схемой размещения
- Развертывание программного обеспечения и первичная настройка выполняются **автоматизировано**, чтобы исключить «ручные» ошибки
- Все **Машины** перед отгрузкой проходят функциональное тестирование и проверку на наличие известных уязвимостей
- Отклонения от типового решения **Машины**

### Передача в эксплуатацию: все готово к работе

- **Машина** поставляется в полной готовности к работе – готова к эксплуатации сразу после подключения к сети заказчика
- В комплект входят: паспорт изделия и сертификат поддержки, полный пакет документации для прохождения аттестаций и согласований, обучение специалистов заказчика (по запросу)
- По запросу проводится обучение работе с **Машиной больших данных Скала^р МБД.Т** для специалистов заказчика

### Техническая поддержка: от производителя, без посредников

- Поддержка входит в поставку (по умолчанию – 1 год, оптимально – 3 или 5 лет)
- Доступны пакеты технической поддержки 9×5 или 24×7, в зависимости от критичности системы заказчика
- Первая и вторая линии поддержки непосредственно от производителя или сертифицированного партнера
- В сложных ситуациях в работу подключаются архитекторы и разработчики самой **Машины** – 3-я линия поддержки в России

### Сопровождение и развитие под задачи бизнеса

По запросу возможно:

- аппаратное расширение и модернизация
- горизонтальное и вертикальное масштабирование
- адаптация **Машины** под профильные нагрузки

Все доработки выполняются с участием тех, кто проектировал и создавал **Скала^р МБД.Т**, что снижает риски и обеспечивает стабильность в эксплуатации.

## 9. РЕАКЦИЯ МАШИНЫ НА ВОЗМОЖНЫЕ ОТКАЗЫ

### 9.1 Отказы, связанные со стандартными элементами

В **Машине больших данных Скала^р МБД.Т** обеспечена отказоустойчивость ее 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 произведенными настройками. Любой единичный отказ не повлияет на доступность системы в целом, хотя по конкретному сервису возможно небольшое снижение производительности. После устранения неисправности исходная производительность **Машины** также восстанавливается.

### 9.2 Отказы, связанные с узлами кластера

Для обеспечения бесперебойности доступа и сохранности данных в решении реализован многоузловой кластер, состоящий из набора сегментов (наборов реплик). В рамках каждого сегмента один из узлов выполняет функцию мастер-сервера БД с возможностью чтения и записи данных, остальные – функцию реплики с возможностью чтения.

В случае отказа любого узла кластера, исполняющего роль мастера, платформа в автоматическом режиме назначает на эту роль один из узлов с репликой, изменяет общую структуру кластера (уменьшив на одну реплику соответствующий сегмент) и продолжает обработку запросов в обновленной конфигурации. В случае отказа узла с репликой переключение не требуется, выполняется только актуализация конфигурации кластера. Для пользователей такие отказы остаются незаметными, за исключением потенциального повышения времени отклика в периоды пиковых нагрузок.

После завершения обслуживания или устранения причины отказа и восстановления узла, размещенные в сегменте данные будут скопированы на него средствами платформы и будет произведено переконфигурирование кластера (добавление узла в сегмент).

В случае полного отказа всех узлов сегмента платформа произведет переконфигурирование кластера путем выделения под данные этого сегмента узлов из других сегментов или путем включения данных сегмента в другой сегмент. При этом последующее восстановление данных сегмента осуществляется из актуальной резервной копии.

Конкретный алгоритм реагирования кластера определяется заказчиком в ходе формирования решения на платформе и может быть скорректирован в произвольный момент времени.

Детальный порядок обеспечения отказоустойчивости кластера и рекомендации по действиям при его администрировании в той или иной конкретной ситуации с конкретным экземпляром **Машины больших данных Скала^р МБД.Т** могут быть предоставлены по запросу.

## 10. ТРЕБОВАНИЯ К РАЗМЕЩЕНИЮ МАШИНЫ

**Машина больших данных Скала^р МБД.Т** 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 поставлен 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 4×100 Gigabit Ethernet или до 8×10/25 Gigabit Ethernet. Требуемые трансиверы определяются на этапе формирования спецификации **Машины**.

При развертывании 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^р МБД.Т**.

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

Дальнейшие мероприятия по вводу в эксплуатацию осуществляются заказчиком путем настройки прикладных программных систем.

## 11. ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА

Поставка **Машины больших данных Скала^р МБД.Т** 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 **Скала^р МБД.Т** представлен в таблице 2.

Таблица 2. 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 <b>Скала^р</b>                                                                                              | +           | +            |
| Предоставление обновлений лицензионного ПО <b>Скала^р</b>                                                                                                     | +           | +            |
| Диагностика, анализ и устранение проблем в работе комплекса <b>Скала^р</b> , включая:<br>устранение аппаратных неисправностей<br>техническое сопровождение ПО | +           | +            |
| Консультации по работе комплекса <b>Скала^р</b>                                                                                                               | +           | +            |
| «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                                                                                                                            | —           | +            |

| Услуги                                                                     | Пакет «9×5»                     | Пакет «24×7»                   |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 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^р МБД.Т** 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).

## 12. ПОСТАВКА И ЛИЦЕНЗИРОВАНИЕ ПО

Команда **Скала^р** активно занимается развитием программных продуктов **Машин больших данных Скала^р 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^р Геном**, **Скала^р Визион** поставляется исключительно в составе **Машин Скала^р** и лицензируется по метрикам комплекса в соответствии с количеством серверных узлов.

### 12.1 Политика обновления ПО

Команда **Скала^р** 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^р** – модульная платформа для построения высоконагруженной ИТ-инфраструктуры (продукт Группы Rubytch).

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

Продукты **Скала^р** 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^р** являются серийно выпускаемыми преднастроенными комплексами, которые быстро разворачиваются 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](http://www.skala-r.ru).