

скала^Λр

Скала^Λр Модуль балансировки нагрузки

Программно-аппаратный комплекс для обеспечения локальной и/или глобальной балансировки нагрузки

Технический обзор

версия 1.7.1 от 29.06.2026



ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
1 Введение	4
2 Отличительные черты	5
3 Возможности Модуля.....	7
4 Подтвержденная безопасность	12
5 Производство в Российской Федерации.....	13
6 Сопровождение и поддержка	14
7 Состав решения	15
8 Специфичные черты.....	17
9 Гарантированное качество	18
10 Реакция на возможные отказы	19
11 Требования к размещению решения	23
12 Заключение	24
О Компании	25

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 дает концептуальный и архитектурный обзоры **Модуля балансировки нагрузки Скала^р** (далее **Модуль**, **Балансировщик Скала^р**, **Балансировщик**).

Реестровое написание наименования «СКАЛА-Р Модуль балансировки нагрузки» отличается от маркетингового написания с применением товарного знака **Скала^р**.

Аудитория

Технический обзор предназначен для партнеров **Скала^р** и заказчиков, перед которыми ставятся задачи разработки решения, закупки, управления или эксплуатации **Модуля**.

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 info@skala-r.ru, обязательно указав в теме письма название документа.

1 ВВЕДЕНИЕ

Балансировка нагрузки или выравнивание нагрузки (англ. load balancing) — метод распределения заданий между несколькими сетевыми устройствами (например, серверами) с целью оптимизации использования ресурсов, сокращения времени обслуживания запросов, горизонтального масштабирования кластера (динамическое добавление/удаление устройств), а также обеспечения отказоустойчивости (резервирования путей доступа).

Процедура балансировки осуществляется при помощи различных алгоритмов и методов:

- DNS-балансировка (сетевой уровень) – обеспечивает балансировку нагрузки и отказоустойчивость в нескольких центрах обработки данных
- L4-балансировка (транспортный уровень) – распределение трафика идет на основе информации из протоколов TCP или UDP. Данный метод популярен в сетевых сервисах, где важно учитывать порты и протоколы, но не требуется анализировать содержимое трафика
- L7-балансировка (прикладной уровень) – распределение идет на базе содержимого трафика HTTP/HTTPS. Идеален для сложных веб-приложений, микросервисных архитектур, API-шлюзов, где нужно учитывать контекст запроса и принимать решения на основе содержимого HTTP-запросов

Скала^р Модуль балансировки нагрузки (далее также **Балансировщик**) представляет собой аппаратный отказоустойчивый кластер балансировки нагрузки с использованием OEM-компонентов ПО Angie ADC. Принцип его работы изображен на рисунке [1](#) – запросы клиентов по выбранному методу балансировки передаются на разные серверы приложения.

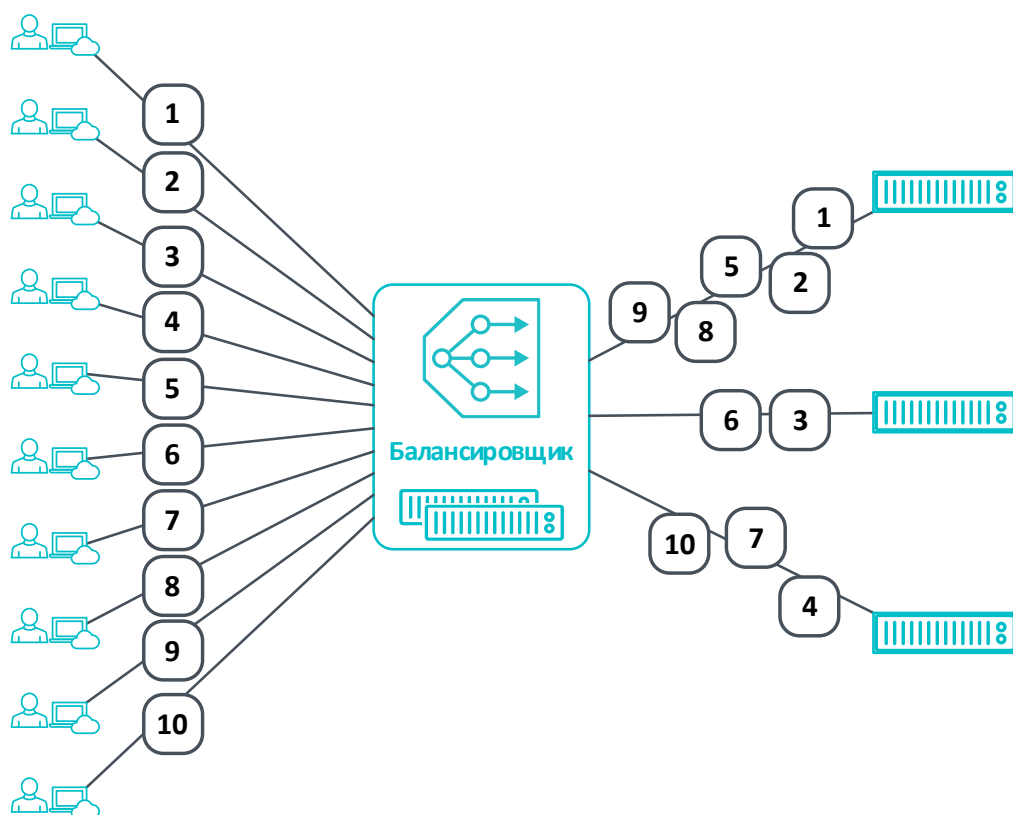


Рисунок 1. Принцип балансировки

2 ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ЧЕРТЫ

Надежность

- Встроенные механизмы отказоустойчивости решения на программном и аппаратном уровнях
- Кластеризация узлов Модуля

Высокая производительность

- Сбалансированный комплект оборудования и ПО
- Проработанные варианты для типовых применений
- Специальные настройки программного обеспечения
- Производительность в зависимости от лицензии до 20 Гбит/с или до 50 Гбит/с на узел кластера в составе ПАК
- Поддержка балансировки более 1 млн запросов в секунду

Отказоустойчивость на всех уровнях

- Надежные комплектующие
- Резервирование значимых компонентов на аппаратном уровне
- Встроенный функционал резервного копирования и восстановления конфигурации
- Возможность хранения резервных копий конфигурации во внешнем S3 репозитории
- Поддержка отказоустойчивых и катастрофоустойчивых сценариев развертывания

Безопасность

- Управление локальными учетными записями
- Хранение архивных журналов, в том числе поддержка внешнего S3 хранилища
- Поддержка локального межсетевого экрана

Обеспечение качества при развертывании

- Оптимальность настроек проверена тестами
- Стандартизация развертывания гарантирует соответствие решения заявленным характеристикам и его тиражируемость

Непрерывный контроль состояния

- Встроенная собственная система мониторинга, а также поддержка интеграции с внешними системами мониторинга через API
- Преднастроенные пороговые значения критичных параметров
- Предустановленная система мониторинга и обслуживания **Скала^р Геном**

Обеспечение эксплуатации

- Централизованная поддержка решения с единой ответственностью за весь ПАК
- Выпуск исправлений и рекомендаций
- Техническая документация

- Паспорт **Модуля** в комплекте и в системе **Скала^р Геном**

Экономическая эффективность

- Сокращенные сроки ввода в эксплуатацию
- Только обоснованно необходимые для корпоративного решения компоненты

Альтернатива аппаратным балансировщикам иностранных производителей, таких как F5 Networks, Citrix ADC (ранее NetScaler), A10 Networks

- Готовый сбалансированный, отказоустойчивый, специализированный ПАК **Модуль балансировки нагрузки**
- Высокие надежность и производительность
- Качество, подтвержденное опытом практического применения

3 ВОЗМОЖНОСТИ МОДУЛЯ

Поддерживаемые режимы балансировки

- **Round Robin** — запросы распределяются по серверам последовательно (используется по умолчанию)
- **Балансировка на основе веса (weight)** — запросы распределяются по серверам с учетом веса каждого сервера
- **Балансировка ip-hash** — сервер выбирается с помощью хэш-функции на основе IP-адреса клиента, что обеспечивает «sticky session». Гарантирует, что запросы от одного клиента будут попадать на один сервер, если этот сервер доступен
- **least_conn** — новый запрос направляется на сервер с минимальным количеством активных соединений (наименее загруженный)
- **least_bandwidth** — балансировка на основе наименьшего потребления полосы пропускания. Периодически вычисляется среднее использование полосы пропускания для каждого апстрим-сервера, используя формулу скользящего среднего для сглаживания колебаний со временем
- **least_packets** — балансировка на основе наименьшего числа пакетов в единицу времени
- **least_time** — балансировка на основе наименьшего времени ответа. Вероятность передачи соединения активному серверу обратно пропорциональна среднему времени его ответа
- **feedback** — механизм балансировки нагрузки по обратной связи (по произвольному параметру из ответа на основной или проверочный запрос)

Основные режимы балансировки можно использовать как по отдельности, так и в некоторых сочетаниях, например, **weighted least connections** - новый запрос отправляется на бэкэнд с наименьшим количеством активных соединений и с учетом весов бэкэндов.

Весовые коэффициенты позволяют задать долю (вес) запросов, обрабатываемых каждым сервером приложений.

Вес может задаваться (определяться) как статически (схему конфигурации см. [Рисунок 2](#)), так и динамически по заданным критериям, на основании значений заголовков протоколов, с учетом:

- производительности
- текущей утилизации
- времени отклика
- настраиваемой пользователем логики

Примечание – в зависимости от применяемого критерия его значение может потребоваться заполнять на стороне сервера, помещая, например, в опциональный заголовок HTTP-протокола.

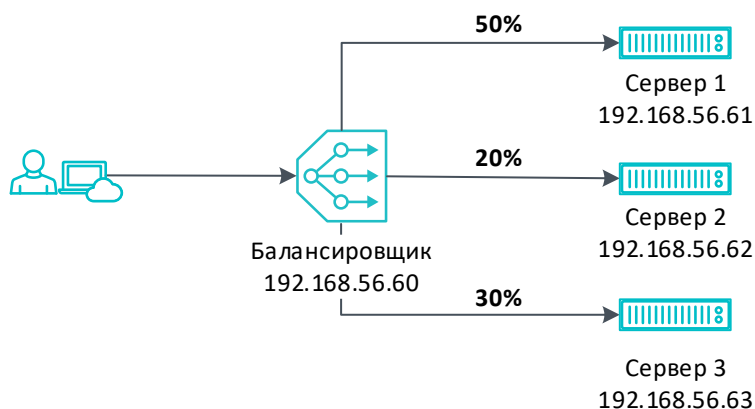


Рисунок 2. Схема распределения запросов на основе статических весовых коэффициентов

Пример конфигурации статического определения веса:

```
upstream myapp1 {
    server61.    weight=20;
    server62.    weight=30;
    server63.    weight=50;
}
server {
    listen 80;
    server_name localhost;

    location / {
        proxy_pass http://myapp1;
    }
}
```

Поддерживаемые проверки доступности серверов

Скала^р Модуль балансировки нагрузки использует пассивные и активные проверки состояния бэкендов. Если бэкенд начинает отвечать с ошибками, то он временно исключается из пула доступных бэкендов.

- **Пассивные проверки доступности** определяют состояние бэкенд узлов на основе пользовательских ответов. Позволяет мгновенно принимать решение
- **Активные периодические проверки** устанавливают доступность бэкенд узлов, в том числе со сложной логикой. Узел проходит проверку, если запрос к нему успешно выполняется с учетом всех заданных параметров
- Механизмы определения доступности сервера: **icmp-check**, **tcp-check**, **http-check**
- **Slow start** («медленный запуск») позволяет постепенно вводить в строй восстановленный бэкенд узел. Тем самым «непрогретый» бэкенд узел не будет немедленно испытывать критическую нагрузку

Отказоустойчивость и проверки

Доступность бэкендов может контролироваться **Балансировщиком** разными методами, отдельно или в разных сочетаниях, например:

- На уровне сети: **ICMP Ping** — проверка доступности через стандартный ICMP Echo Request
- На уровне транспорта: **TCP Health Check** (TCP Ping) — проверка доступности порта приложения

- На уровне сессии и/или приложения: **HTTP(S) Health Check** — проверка через запрос специального URL и ожидание корректного кода ответа
- **Кастомизированная** проверка по пользовательской логике — с помощью встроенных или внешних скриптов
- **Пассивный мониторинг** — без активного опроса. **Балансировщик** определяет доступность бэкенда по наблюдениям за успешными/неуспешными реальными соединениями

Конечное решение может быть принято как по отдельным критериям оценки работоспособности, так и по совокупности ([Рисунок 3](#)).

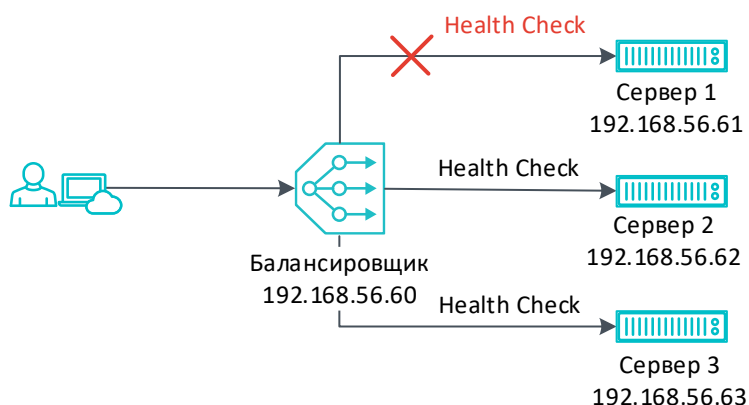


Рисунок 3. Схема проверки доступности серверов

Пример конфигурации проверки доступности бэкендов для рисунка 3:

```
upstream myapp1 {
    server 192.168.56.61 max_fails=2 fail_timeout=10s;
    server 192.168.56.62 max_fails=2 fail_timeout=10s;
    server 192.168.56.63 max_fails=2 fail_timeout=10s;
}
server {
    listen 80;
    server_name localhost;

    location / {
        proxy_pass http://myapp1;
    }
}
```

Конвертация протоколов

Скала^р Модуль балансировки нагрузки в ряде сценариев может преобразовывать протоколы с фронтальных систем на бэкенд-сервер.

Например, **Балансировщик** может терминировать на себе трафик **HTTP/HTTPS (SSL)** в различных вариациях и использовать **HTTP без шифрования** при коммуникациях с бэкендами ([Рисунок 4](#)).

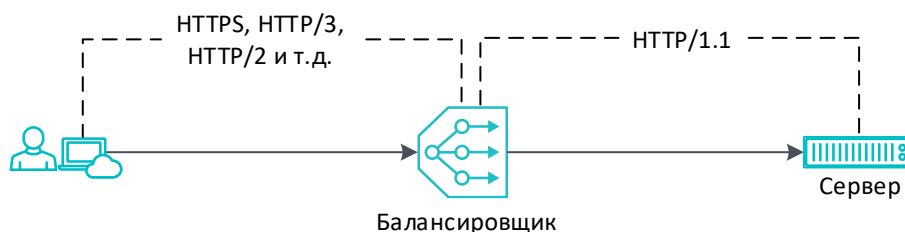


Рисунок 4. Схема преобразования протоколов до и после Балансировщика

Также возможна балансировка трафика с stateful- и stateless-сессиями, по протоколам TCP/UDP на уровне L4 без раскрытия, с применением аналогичных правил и методик, как и для балансировки HTTP. Например, можно применять **Модуль** для распределения нагрузки на фермы **RDP/VDI¹**, шлюзы **SSL VPN** ([Рисунок 5](#)).

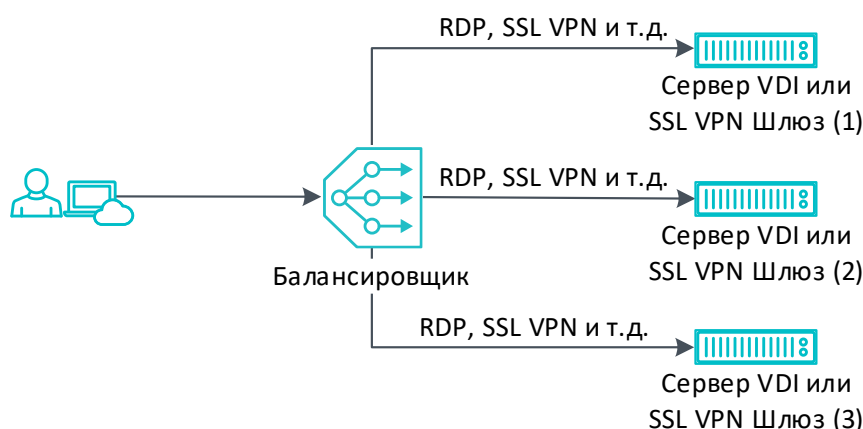


Рисунок 5. Схема распределения нагрузки на фермы RDP/VDI, SSL VPN шлюзы

Персистентность сессий

Скала^р Модуль балансировки нагрузки может распределять нагрузку с учетом персистентности клиентских сессий — чтобы трафик от одного пользователя терминировался на одном бэкенде до тех пор, пока он доступен ([Рисунок 6](#)).

Это достигается за счет применения **хэширования** пользовательских идентификаторов (в простейшем случае — по IP) в динамическом режиме.

Кроме этого, типовые сценарии балансировки предполагают **перенаправление определенной доли** клиентского трафика на выделенный отдельный бэкенд (или группу), например, для постепенного релиза новой версии приложения или сервиса на ограниченную аудиторию.

¹ RDP (англ. Remote Desktop Protocol) и VDI (англ. Virtual Desktop Infrastructure) — это технологии для удаленного доступа к рабочим столам, различающиеся по принципу работы, архитектуре и сфере применения.

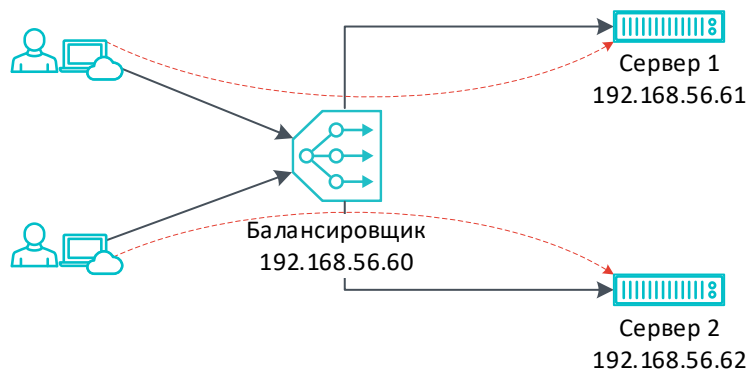


Рисунок 6. Схема работы персистентности сессий пользователей

Пример конфигурации персистентности сессий пользователя:

```
upstream myapp1 {  
    ip_hash;  
    server 192.168.56.61;  
    server 192.168.56.62;  
}  
server {  
    listen 80;  
    server_name localhost;  
  
    location / {  
        proxy_pass http://myapp1;  
    }  
}
```

4 ПОДТВЕРЖДЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Скала^р Модуль балансировки нагрузки представляет собой программно-аппаратный комплекс. ПО, входящее в его состав, включено в Единый реестр отечественного ПО.

Модуль сам по себе не сертифицируется как средство защиты информации, однако в сценариях HTTPS Offloading может организовывать защищенные соединения, в том числе с использованием сертификатов ГОСТ TLS (на основе КриптоПро).

Используемая в составе **Модуля** как OEM-компонент программная сборка включает в себя непосредственно ПО Angie ADC, операционную систему, все необходимые программные библиотеки и модули, и на момент публикации этого документа проходит сертификацию системы на соответствие требованиям ФСТЭК России и получает сертификат ФСТЭК для применения в КИИ.

Узлы Модуля при необходимости могут быть оснащены средством доверенной загрузки ПАК «Соболь» версия 4

ПАК «Соболь» версии 4 имеет Сертификат ФСТЭК 4043 от 05.12.2018 г., действующий до 05.12.2028 г.

Применяется для защиты информации:

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

Соответствует требованиям нормативных документов:

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

5 ПРОИЗВОДСТВО В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Специалистами компании **Скала^р** была проведена существенная работа по созданию схем и конструктивного исполнения **Скала^р Модуля балансировки нагрузки**.

Модуль:

- использует ПО Angie ADC, присутствующее в Едином реестре российского ПО (запись № 24972)
- поставляется единым комплексом, одной номенклатурной позицией как Программно-аппаратный комплекс (ПАК), код ОКПД2 26.20.14.160
- признан произведенным в РФ товаром в соответствии с Правилами выдачи заключения о подтверждении производства промышленной продукции на территории Российской Федерации, утвержденными постановлением Правительства от 17 июля 2015 г. № 719
- соответствует постановлению Правительства РФ № 616 от 30 апреля 2020 г. о запрете на закупку импортной радиоэлектронной продукции, и постановлению Правительства РФ № 925 от 16 сентября 2016 г.
- соответствует постановлению Правительства РФ № 2013 и № 2014 от 03 декабря 2020 г. о минимальной доле закупок товаров российского происхождения
- имеет реестровый номер (Минпромторг) согласно Постановлению Правительства РФ № 878

6 СОПРОВОЖДЕНИЕ И ПОДДЕРЖКА

Важным дополнением ко всему перечисленному является полная ответственность производителя Скала^р за решение в целом, включая все его 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.

7 СОСТАВ РЕШЕНИЯ

Термины, используемые для комплектации **Скала^р Модуль балансировки нагрузки**:

Машина — это набор аппаратного и программного обеспечения в виде Модулей **Скала^р**, соединенных вместе для обеспечения определенного метода обработки данных или предоставления ИТ-сервиса с заданными характеристиками. **Скала^р Модуль балансировки нагрузки**, кроме автономного применения, может быть составной частью различных **Машин Скала^р**.

Модуль — это структурный элемент, выполняющий определенные функции в соответствии с его назначением. Он является единым и неделимым элементом спецификации, содержит набор аппаратных узлов и программного обеспечения.

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

Модуль балансировки нагрузки состоит из дублирующих друг друга узлов ([Рисунок 7](#)):



Рисунок 7. Состав Модуля балансировки нагрузки

Узлы балансировки нагрузки обеспечивают резервирование друг друга, как для сценариев сетевых отказов, так и для сценариев аппаратных проблем. Возможно использование узлов **Модуля** в сценарии «Active-Active».

Для обеспечения отказоустойчивости и высокой производительности при проектировании **Балансировщика** были заложены технологические принципы и применен ряд технических решений. К технологическим принципам проектирования относятся*:

- T P** — дублирование критичных компонентов
- P** — равномерное распределение нагрузки на доступные ресурсы
- T** — сохранение работоспособности при отказе отдельных элементов системы (в отдельных случаях — со снижением производительности)

*Здесь и далее по тексту отдельные перечисляемые характеристики помечены символом **T** в случае, если они ориентированы на обеспечение отказоустойчивости (Fault Tolerance), и символом **P**, если они ориентированы на обеспечение производительности (Performance).

В дополнение к резервированию компонентов **Модуля** на уровне узлов, используются следующие механизмы повышения отказоустойчивости:

- T P** — резервирование жестких дисков для хранения конфигурации, выделение отдельных жестких дисков для хранения журналов логирования
- T** — спецификация серверов обеспечивает резервирование блоков питания и блоков вентиляторов охлаждения



- резервирование сетевых карт и сетевых интерфейсов (бондинг), выделенная сеть управления. Для сетевых интерфейсов, используемых для передачи клиентского трафика, используются сетевые карты, поддерживающие скорость работы 10/25 или 100 Гбит/с (в зависимости от комплектации).

8 СПЕЦИФИЧНЫЕ ЧЕРТЫ

Проектирование и реализация **Балансировщика** осуществлялись с учетом ряда выбранных приоритетов, оказывающих непосредственное влияние на функциональные и эксплуатационные показатели. Наиболее значимые из них следующие:

*Обеспечение отказоустойчивости решения
с применением проверенных и простых технологий*

Эффект

- Гарантия работоспособности решения при любых отказах
- Быстрое восстановление из резервных копий в случае сбоев

*Использование готовых программно-аппаратных комплексов,
гарантирующих совместимость ПО и аппаратной части*

Эффект

- Максимум производительности на данном оборудовании (настройки ПО оптимизированы для выбранного аппаратного обеспечения)
- Повышение надежности решения (совместимость ПО и аппаратной части подтверждена тестами)

*Отказ от применения уникальных аппаратных разработок в пользу
стандартного высоконадежного и производительного оборудования
в качестве платформы для размещения компонентов решения*

Эффект

- Обеспечение стабильного уровня производительности (компоненты проверены временем и Лабораторией **Скала^р**)
- Повышение надежности решения (нет уникальных элементов)
- Снижение стоимости сопровождения (доступность элементов при выходе из строя)

*Отказ от использования проприетарных иностранных программных решений
в пользу отечественных разработок*

Эффект

- Повышение производительности за счет доработки ПО силами **Скала^р** и партнеров
- Повышение надежности решения (снижение рисков недоступности поддержки)

*Возможность применения типовых и сторонних решений для мониторинга и
управления в дополнение к предустановленным*

Эффект

- Сохранение ранее сделанных инвестиций в системы управления ИТ-инфраструктурой
- Возможность построения сквозных систем управления, в которых **Скала^р Модуль балансировки нагрузки** — лишь один из элементов

9 ГАРАНТИРОВАННОЕ КАЧЕСТВО

Качественные показатели **Скала^р Модуля балансировки нагрузки** обеспечиваются его соответствием проверенному стандартному варианту, реализацией работ высококвалифицированными специалистами на всех этапах жизненного цикла.

Производство (комплектование и развертывание ПО)

- При производстве используются высококачественные комплектующие
- Сборка продукции осуществляется строго в соответствии с утвержденным планом размещения компонентов
- Дополнительные настройки ПО осуществляются в соответствии с утвержденной пошаговой инструкцией
- Осуществляется обязательное тестирование сформированного **Модуля**

Передача в эксплуатацию

- **Модуль** полностью сформирован, протестирован, готов к размещению в сети заказчика
- В комплекте с **Модулем** передается паспорт решения, эксплуатационная документация, сертификат на поддержку
- Проводится обучение специалистов заказчика работе с **Модулем** (опция по запросу)

Поддержка

- **Модуль** поставляется с годовой поддержкой (может быть предоставлена также на 3 и 5 лет и продлеваться), которая включает в себя решение всех вопросов, связанных с нарушениями работоспособности как комплекса в целом, так и его отдельных аппаратных компонентов и программного обеспечения
- Поддержка всех компонентов осуществляется через единое окно обращений в режиме 9x5 или 24x7
- Поддержка предоставляется непосредственно производителем или сертифицированным партнером
- У заказчика есть возможность выбрать вариант поддержки из актуальных на момент поставки, а также дополнительных опций

В сложных случаях к решению проблем привлекаются архитекторы и инженеры, непосредственно участвовавшие в разработке **Модуля**.

10 РЕАКЦИЯ НА ВОЗМОЖНЫЕ ОТКАЗЫ

Отказы, связанные со стандартными элементами Модуля

В **Модуле балансировки нагрузки** обеспечена отказоустойчивость основных аппаратных элементов, в том числе:

- дублирование самих узлов **Модуля**
- дублирование аппаратных компонентов каждого узла **Модуля** (источники питания, сетевые адаптеры, дисковая подсистема - RAID)

Отказы перечисленных элементов обрабатываются стандартными алгоритмами в соответствии с произведенными настройками. Любой единичный отказ не приведет к отказу системы в целом, возможно снижение производительности (если **Модуль** работает в режиме распределения нагрузки – одновременной обработки входящих соединений обоими узлами **Модуля** (Active-Active)). После устранения неисправности полная производительность **Модуля** также восстановится.

Отказы, связанные с сетевым подключением Модуля

В **Модуле** используются технические решения, обрабатывающие сетевые отказы как на уровне отдельных подключений, так и на уровне узла в целом. Отказы отдельных соединений обрабатываются стандартными протоколами, работающими на втором уровне (L2) модели OSI, выход же из строя узла обнаруживается и обрабатывается на сетевом уровне (L3).

Для обеспечения непрерывности работы **Модуля** на уровне L2 используется дублирование каналов связи к вышестоящим коммутаторам доступа, при этом предполагается, что сетевая инфраструктура также построена отказоустойчивым образом — это может быть стек коммутаторов, MLAG (Multi-Chassis Link Aggregation)², пара VPC-коммутаторов или пара коммутаторов VxLAN-фабрики.

Резервные соединения объединяются в группу (LAG - Link Aggregation Group) на каждом узле **Модуля** и работают как единый сетевой интерфейс (Bond). Трафик между узлом **Модуля** и коммутаторами доступа распределяется по всем доступным соединениям группы, а в случае разрыва соединения трафик автоматически перераспределяется на оставшиеся.

Типовая схема резервируемого подключения узлов **Модуля** к сетевой инфраструктуре приведена на [рисунке 8](#).

²MLAG - технология, позволяющая объединять сетевые интерфейсы с нескольких физических коммутаторов в единый логический канал для обеспечения отказоустойчивости и максимальной пропускной способности.

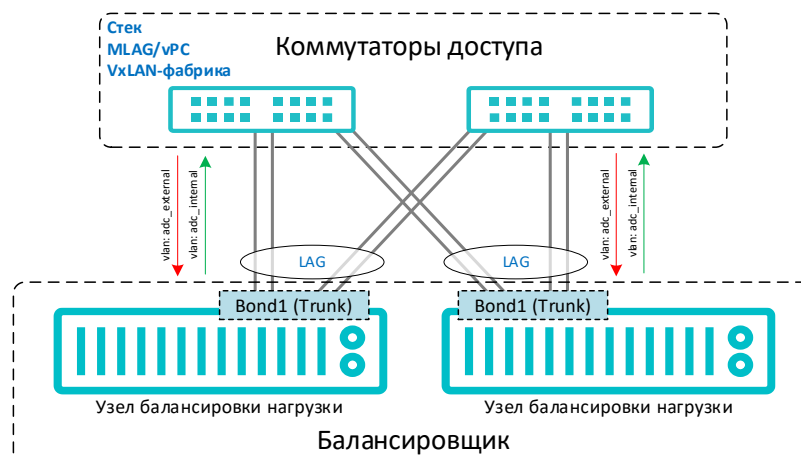


Рисунок 8. Схема подключения узлов Модуля в сеть доступа

На сетевом уровне для обнаружения и обработки отказа узла **Модуля** могут использоваться следующие технологии:

- Протокол резервирования шлюза VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol)
- Протоколы динамической маршрутизации:
 - BGP (Border Gateway Protocol)
 - OSPF (Open Shortest Path First)

Каждый из доступных протоколов может использоваться как самостоятельно, так и совместно с режимом высокой доступности HA (High Availability).

Протокол VRRP объединяет два узла **Модуля** в отказоустойчивую пару, разделяющую один IP-адрес, который в штатном состоянии находится на активном (передающем трафик) узле, и в случае выхода из строя этого узла (что обнаруживается через механизм постоянного обмена hello-пакетами) этот же IP-адрес начинает использоваться на резервном узле, продолжая обработку трафика прозрачным для сетевого окружения образом. Это стандартный режим резервирования, когда трафик обрабатывает только один из двух узлов. Настроив на том же интерфейсе вторую VRRP-группу с другими адресами и значением приоритета, выбирающим другой узел в качестве активного, можно перевести **Модуль** в режим распределения нагрузки; при этом на внешних маршрутизаторах необходимо настроить по два статических маршрута на адрес сервиса (на loopback-интерфейсе) через IP-адреса разных VRRP-групп – за счет стандартного механизма маршрутизации по нескольким маршрутам одинаковой стоимости (ECMP) трафик будет приходить и обрабатываться на обоих узлах **Модуля**.

Протоколы динамической маршрутизации распространяют маршрутную информацию к адресам сервисов, которые балансируются узлами **Модуля**. Их целесообразно использовать совместно с механизмом RHI (Route Health Injection), который, автоматически изменяя префикс-листы в конфигурации протоколов динамической маршрутизации, позволяет связать доступность целевых приложений, на которые распределяются запросы пользователей, с анонсом адреса сервиса, к которому обращаются пользователи. Таким образом узел будет распространять маршрут к сервису через себя только если действительно может обработать запросы и если целевые сервисы доступны и работоспособны в соответствии с настроенными проверками. Режим распределения нагрузки между узлами **Модуля**, так же, как и в случае с VRRP, строится на механизме ECMP и двух маршрутах к адресу сервиса, но уже не статических, а полученных от протокола динамической маршрутизации. Если метрики маршрута к адресу сервиса настроены по-разному, **Модуль** будет работать в режиме резервирования, если одинаково – в режиме распределения нагрузки (трафик обрабатывают оба узла **Модуля**).

Режим высокой доступности (High Availability) объединяет узлы **Модуля** в HA-пару – основной узел в паре непосредственно обрабатывает трафик, второй же узел выступает в роли «горячего» резерва, полностью настроенного, синхронизированного и готового принять обработку трафика при отказе основного узла. Сам по себе режим высокой доступности обеспечивает синхронизацию конфигураций и отслеживание состояния узлов в HA-паре, для переключения нагрузки используются протоколы VRRP и динамической маршрутизации (OSFP/BGP), описанные выше. **Плюсом** использования режима высокой доступности является автоматическая синхронизация конфигураций между узлами **Модуля**, корректная обработка ситуации, когда оба узла могут считать себя основными (split-brain) в ряде топологий, **минусом** – работа только в режиме резервирования (один узел обрабатывает трафик, второй находится в резерве).

На рисунках [9](#) и [10](#) приведены примеры сетевых схем, иллюстрирующих применение двух из возможных комбинаций описанных технологий для обеспечения отказоустойчивости **Модуля** на сетевом уровне.

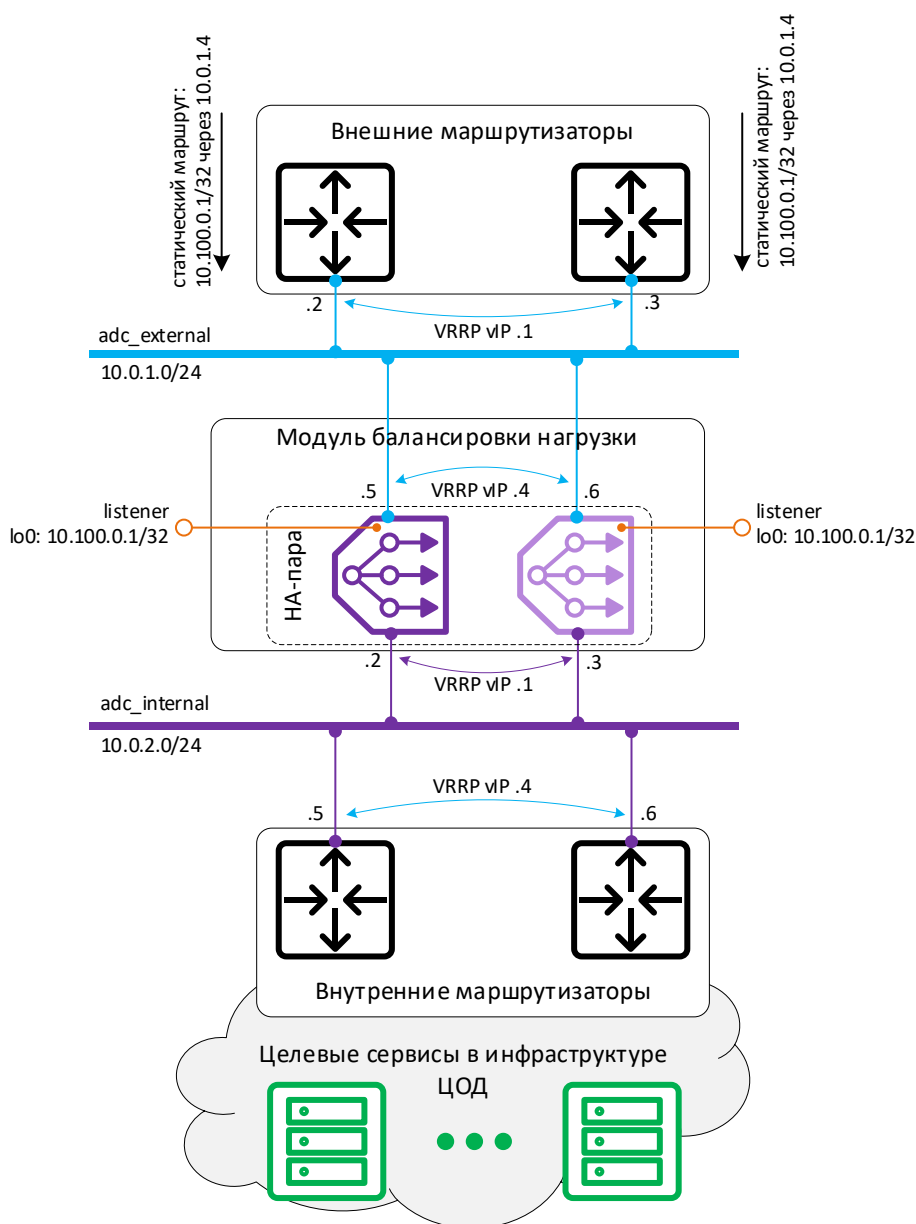


Рисунок 9. Режим резервирования. Высокая доступность (HA) + VRRP

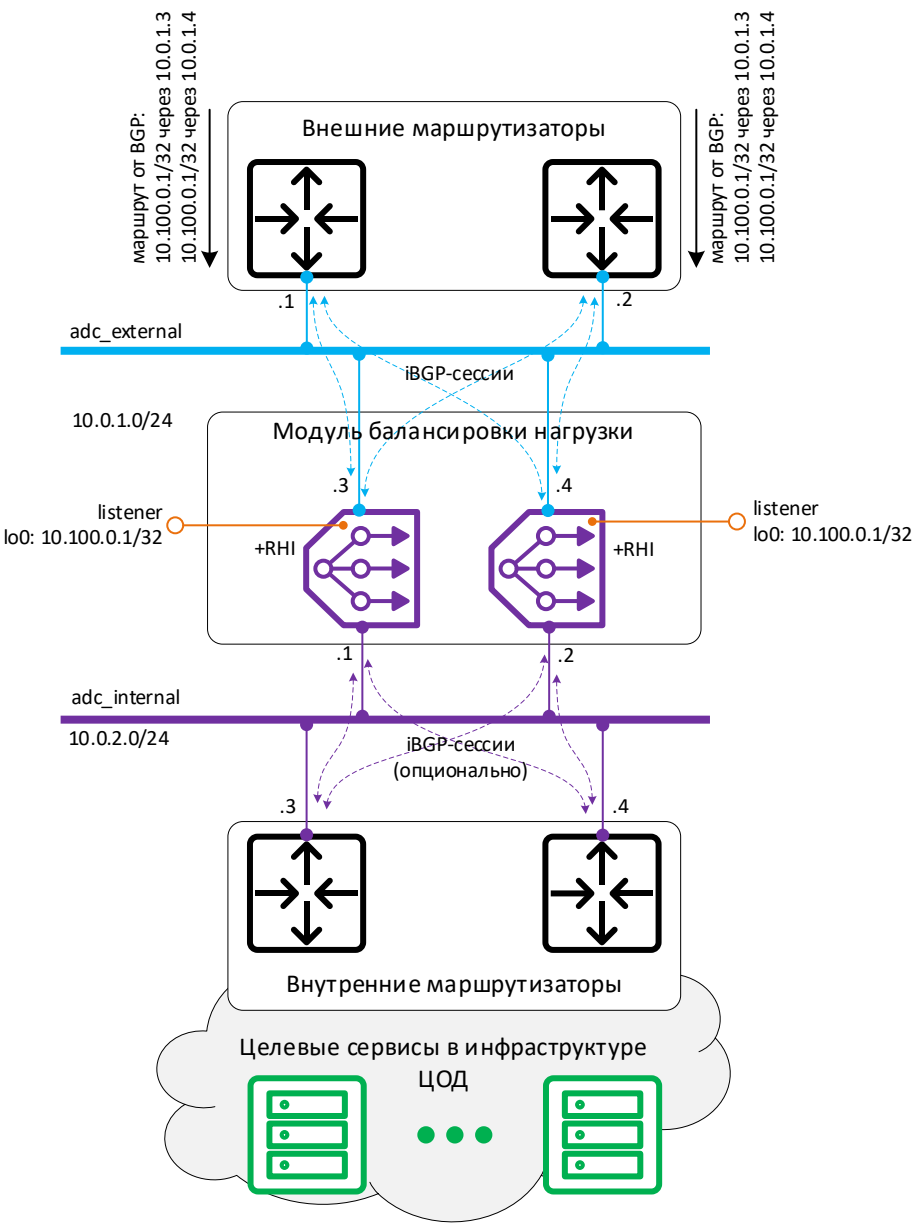


Рисунок 10. Режим распределения нагрузки. Динамическая маршрутизация BGP + RHI

11 ТРЕБОВАНИЯ К РАЗМЕЩЕНИЮ РЕШЕНИЯ

Скала^р Модуль балансировки нагрузки размещается в стандартный серверный монтажный шкаф 19", оборудование занимает в высоту 4 RU.

Совокупная масса оборудования составляет от 40 до 60 кг в зависимости от выбора моделей и комплектации узлов **Модуля**.

Для подключения оборудования к системе электроснабжения должны быть предусмотрены две группы PDU³, подключенные к независимым вводам электропитания.

Потребляемая мощность **Модуля** составляет от 3,2 до 5,4 кВт в зависимости от выбора моделей и комплектации узлов **Модуля**.

Должны быть предусмотрены соответствующие мощности по отводу тепла.

Для подключения к локальной сети заказчика могут использоваться до 4 портов 10/25 Gigabit Ethernet или до 4 портов 100 Gigabit Ethernet (отдельное лицензирование и замена сетевых карт в **Модуле**).

При развертывании решения, на нем будут осуществлены настройки сетевых адресов в соответствии со структурой сети заказчика. Заказчик должен предоставить необходимые данные в соответствии с номенклатурой компонентов решения.

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

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

³ PDU (англ. Power Distribution Unit) - Блоки Распределения Питания (БРП). Устанавливаются на заднюю часть шкафа для подключения к ним оборудования.

12 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Скала^р Модуль балансировки нагрузки — программно-аппаратный комплекс для обеспечения локальной и/или глобальной балансировки нагрузки на группу/группы узлов, обрабатывающих обращения пользователей в высоконагруженных системах.

Основные черты **Модуля**:

- Доступность
- Отказоустойчивость
- Высокая производительность
- Приоритет сохранности данных
- Готовность к быстрому развертыванию
- Удобство эксплуатации
- Экономическая эффективность

Модуль произведен в РФ и имеет реестровый номер (Минпромторг). Это специально подобранный комплект оборудования, а также предустановленное и настроенное программное обеспечение, адаптированное для обеспечения функционала решения и простоты его модернизации.

Надежность, производительность **Модуля** подтверждается проведенными вендором **Скала^р** тестами и специальными расчетными данными.

Дополнительная информация о **Модуле** находится на сайте компании <https://www.skala-r.ru>, а также предоставляется по запросу на почтовый адрес info@skala-r.ru.

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.