

Сравнительный анализ протоколов IGP типа Link State для планирования маршрутизации в распределенных телекоммуникационных инфраструктурах

П.В. Ромасевич

Аннотация— Одним из важных этапов проектирования распределенных телекоммуникационных инфраструктур в рамках автономных систем является выбор протокола внутренней маршрутизации для организации обмена трафиком между удаленными сегментами сети. Примером подобных сетей могут быть телекоммуникационные инфраструктуры операторов связи и крупных компаний различной направленности, включающие в себя большое количество маршрутизирующих узлов и присоединенных к ним сетей.

Современный опыт показывает, что необходимым условием развития подобных организаций является соответствующее масштабирование телекоммуникационной инфраструктуры в плане количества маршрутизирующих узлов и сетей, каналов связи и объемов трафика, порождаемых увеличивающимся количеством клиентов и новыми сетевыми сервисами.

В этой связи превентивный выбор протокола маршрутизации с учётом понимания будущего развития организации является крайне ответственным шагом, а для этого необходимо хорошо представлять себе архитектуру протоколов маршрутизации для их сравнения и позиционирования для каждого конкретного случая.

В данной статье рассматриваются протоколы внутренней маршрутизации IGP состояния канала (Link State) и обойден вниманием дистанционно-векторный протокол RIP ввиду его существенных ограничений по масштабированию телекоммуникационной инфраструктуры и сравнительно высоких накладных расходов на использование пропускной способности каналов связи.

Сравнительный анализ протоколов можно осуществлять по многим критериям, однако не все они существенны при превентивном выборе протокола маршрутизации на этапе проектирования сети. Поэтому в статье будут рассмотрены те характеристики протоколов маршрутизации Link State, которые с точки зрения автора необходимо учитывать с самого начала.

Ключевые слова— Протоколы IGP, OSPF, IS-IS, автономная система, Link State, иерархическая структура, метрика, маршрутизация, масштабирование, накладные расходы.

Статья получена 20 января 2025.

Статья публикуется по материалам выступления на Международном конгрессе "Современные проблемы компьютерных и информационных наук", прошедшем в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова 21-23 ноября 2024 года.

П.В. Ромасевич – доцент кафедры телекоммуникационных систем, кандидат технических наук, Волгоградский государственный университет (promasevich@dlink.ru)

I. ВВЕДЕНИЕ

В статье рассматриваются протоколы внутренней маршрутизации состояния канала (Link State) – OSPF и IS-IS, имеющих общие черты, однако каждый из которых имеет свои сильные и слабые стороны, которые определяют специфику областей их применения. При этом необходимо отметить, что сильная сторона протокола в одной ситуации может оказаться слабой в другой. При этом автор не претендует на абсолютную истину и высказывает видение предмета на основании собственного опыта.

Архитектура протокола OSPFv2 впервые описана в RFC 1247 [1], далее последовали ряд ревизий, последняя из которых отражена в RFC 2328 [2]. Протокол OSPFv3, созданный для поддержки IPv6, регламентируется в документе RFC 2740 [3], который обновлен в RFC 5340 [4]. При этом необходимо отметить, что OSPFv3 – это отдельный протокол, а не модернизация OSPFv2, однако фундаментальные принципы OSPF в новой версии остались прежними. В дальнейшем под аббревиатурой OSPF будет подразумеваться протокол версии 2.

Протокол обмена информацией о маршрутах между промежуточными системами (Intermediate System-to-Intermediate System – IS-IS) стандартизирован организацией International Organization for Standardization (ISO) для использования совместно с протоколом обслуживания сети без установки соединения (CLNS) и описан в RFC1142 [5]. В настоящее время используется версия Dual IS-IS (Integrated IS-IS), которая может работать как в CLNS, так и в IP-сетях и описанная организацией IETF в RFC1195 [6]. В дальнейшем мы будем иметь в виду именно эту реализацию протокола IS-IS.

Общие черты протоколов OSPF и IS-IS следующие:.

- работают внутри автономных систем;
- используют алгоритм маршрутизации SFP (Дейкстры);
- иерархическая (но разная) структура сети;
- поддержка бесклассовой маршрутизации (CIDR) и масок переменной длины (VLSM);
- поддержка аутентификации;
- поддержка протокола BFD для ускорения сходимости;
- поддержка качества обслуживания (QoS)

- Маршрутизация протокола IPv4
- Поддержка MPLS Traffic Engineering

Сравнение архитектур протоколов маршрутизации может осуществляться по многим критериям, однако существенными для превентивного выбора протокола на этапе проектирования сети по мнению автора являются следующие:

- универсальность протокола;
- иерархическая структура и возможность масштабирования;
- метод назначения метрик;
- маршрутизация IPv6;
- накладные расходы на пропускную способность каналов связи
- время сходимости

II. УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ ПРОТОКОЛА

Любой протокол маршрутизации можно позиционировать с точки зрения используемого им «транспорта» для своих сообщений на разных уровнях модели OSI.

Пакеты протоколов BGP и RIP, например, используют для этого протоколы TCP и UDP соответственно.

OSPF инкапсулирует свои данные в пакеты протокола IP и служит для маршрутизации только протокола IP.

В отличие от остальных протоколов маршрутизации IS-IS может инкапсулировать свои служебные данные непосредственно в кадр любого протокола канального уровня, что делает его работу независимой от протоколов сетевого уровня и поэтому позволяет маршрутизировать любой из них.

Инкапсуляция служебных сообщений IS-IS в пакеты канального уровня является по сути дополнительной защитой от возможных атак на сетевом уровне, которым может быть подвержен OSPF.

III. ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И МАСШТАБИРОВАНИЕ

Оба протокола для снижения размеров маршрутных таблиц и соответственно аппаратных требований к маршрутизаторам позволяют разделить автономную систему на области. При этом данное деление усложняет конфигурацию маршрутизаторов и управление автономной системой. В случае наличия высокопроизводительных устройств деление на области нецелесообразно с точки зрения унификации управления.

Базовая иерархическая структура OSPF выглядит следующим образом (Рис.1):

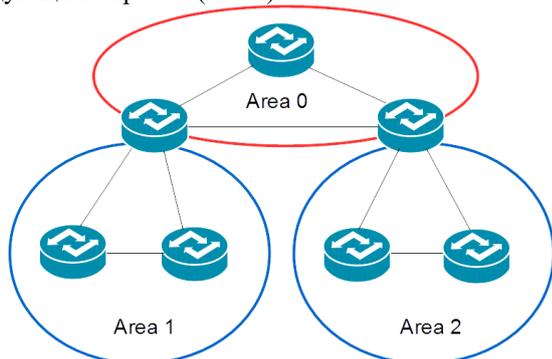


Рис. 1: Иерархическая структура OSPF

В ней всегда присутствует магистральная область Area 0 и обмен служебной информацией между маршрутизаторами периферийных областей осуществляется только через неё. Граничные маршрутизаторы (ABR) являются участниками магистральной и немагистральной областей и соответственно поддерживают две таблицы маршрутизации.

Каждая область автономной системы OSPF должна иметь непосредственное соединение с магистральной областью. Однако по мере масштабирования сети в некоторых случаях новую область нужно добавить уже после создания и конфигурации межсетевых каналов и нет возможности немедленно обеспечить ее прямое подключение к магистральной области. В этой ситуации ближайшей немагистральной области придаётся статус транзитной и осуществляется подключение удаленной области к магистральной с помощью организации виртуального соединения через неё (Рис.2). Транзитный функционал отнимает часть производительности маршрутизаторов области от штатного обслуживания маршрутизации внутри данной области.

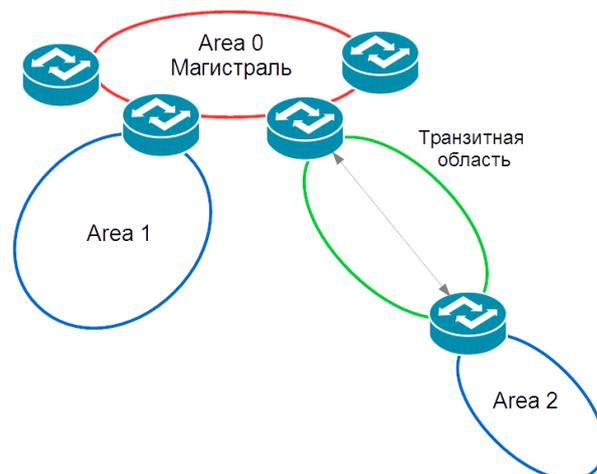


Рис. 2: Масштабирование иерархическая структура OSPF

Поэтому создание виртуальных каналов следует рассматривать как временную меру в процессе эксплуатации сети и не следует изначально закладывать их при проектировании ввиду того, что стабильность виртуального канала зависит от стабильности области, которую он пересекает.

Протокол маршрутизации IS-IS также является иерархическим с возможностью разделения топологии автономной системы на области.

Маршрутизаторы IS-IS полностью принадлежат какой-то одной области, то есть граница между областями проходит по каналу связи (Рис.3), а не по маршрутизатору как в случае с OSPF.

Области IS-IS, на которые разбита топология, в отличие от OSPF, могут носить произвольные номера.

При этом в основе иерархичности IS-IS лежат не сами области, а уровни взаимодействия маршрутизаторов друг с другом. Пара маршрутизаторов IS-IS, подключенных друг к другу прямым соединением (или

через L2 домен), могут сформировать два уровня взаимодействий (соседств) - Level 1 (L1) и Level 2 (L2).

Правила для организации соседств разных уровней следующие:

- Соседство уровня 1 (L1) формируется только между маршрутизаторами одной области.
- Соседство уровня 2 (L2) может быть сформировано как между маршрутизаторами одной области, так и между маршрутизаторами разных областей.

В IS-IS могут существовать маршрутизаторы трех типов:

- L1, у которых все взаимодействия происходят на L1-уровне (Рис.3, линии зеленого цвета);
- L2, у которых все взаимодействия организованы на L2-уровне (Рис.3, линии красного цвета);

- L1/L2 - одновременно поддерживающие взаимодействия обоих уровней.

Сообщества устройств L1 и L2 – это разные графы сети, и соответственно, разные топологические базы данных (LSDB). В зависимости от типа маршрутизатора оперирует той или другой базами данных. L1/L2-маршрутизатор работает с обеими базами данных одновременно, являясь частью обеих топологий.

Протокол IS-IS требует, чтобы множество L2-соседств (не маршрутизаторов!) было непрерывным. Непрерывное множество L2-соседств (Рис.3) формирует ядро (Backbone) сети, к которому подключаются остальные области, внутри которых могут быть сформированы соседства уровня L1 или L2.

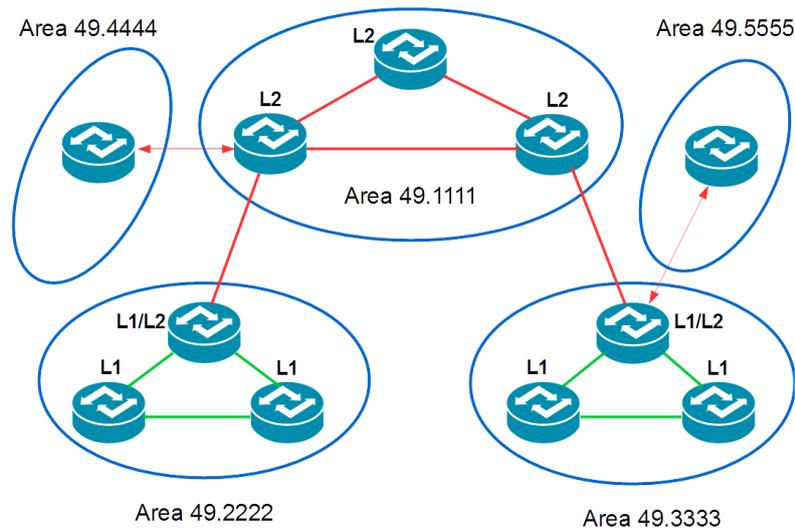


Рис. 3: Иерархическая структура IS-IS

Если есть необходимость добавить новую область, то в отличие от OSPF это можно легко сделать в любом месте сети, организовав L2-соседство с ближайшими L2-маршрутизатором Area 49.4444 или L1/L2-маршрутизатором Area 49.5555 (Рис.3).

Корпоративные сети строятся по проектам, хорошие из которых в плане создания телекоммуникационной инфраструктуры учитывают не только ближайшие потребности, но и завтрашний день, закладывая определенную возможность масштабирования, которое чаще всего предполагает возможность увеличения пропускной способности и в меньшей степени масштаба инфраструктуры. Поэтому телекоммуникационную инфраструктуру можно сразу спроектировать в соответствии с иерархией OSPF и успешно его в ней использовать.

Операторские сети на начальном этапе также строятся по проектам, предполагающих места присоединения потенциальных клиентов, однако фактическое число клиентов и места их присоединения со временем могут меняться. В этой связи способ присоединения новых областей (иными словами сетей клиентов) к телекоммуникационной инфраструктуре делает

протокол IS-IS для операторов связи более предпочтительным.

IV. МЕТОДЫ НАЗНАЧЕНИЯ МЕТРИК

В RFC 1812 [7] определено, что маршрутизатор может найти более одного маршрута к определенной сети или узлу назначения, однако в таблицу маршрутизации должен быть помещен самый лучший. Поэтому необходим критерий определения наилучшего пути до пункта назначения. Таким критерием является метрика маршрута – десятичное число, вычисляемое для каждого возможного пути следования сетевого трафика. Чем метрика меньше, тем маршрут предпочтительней.

Каждый протокол маршрутизации вычисляет метрику маршрута по своему оригинальному алгоритму, знание которого позволяет позиционировать протокол маршрутизации для его применимости в конкретной ситуации.

OSPF использует автоматически вычисляемую метрику, обратно пропорционально зависящую от скорости соответствующего канала связи. Данный подход освобождает администратора от назначения метрик. При этом в случае изменения по каким-либо причинам параметров канала связи и соответствующего

изменения метрики трафик может пойти по неоптимальным маршрутам, что скажется на качестве работы сетевых приложений, и это не сразу заметит администратор. Однако телекоммуникационная инфраструктура корпоративных сетей находится в рамках производственных территорий, поэтому подобные инциденты случаются нечасто. В этом плане для таких сетей протокол OSPF вполне подходит.

Протокол IS-IS изначально был задуман разработчиками как поддерживающий разные типы метрик для различных задач. Помимо метрики по умолчанию остальные типы метрик рассчитываются исходя из свойств соединения - сетевой задержки (*delay*), стоимости (*expense*) и процента потери пакетов (*error*), однако на практике они никем не поддерживаются.

Поэтому единственная метрика интерфейса, к которому подключен соседний маршрутизатор, по умолчанию равна 10 и не зависит от пропускной способности канала. Под значение метрики отводится 6 бит, что определяет максимальное её значение как 63. Такую 6-битную метрику в протоколе IS-IS называют «узкой» (*narrow metric*) и она подходит для проектирования небольших сетей, к которым можно отнести и корпоративные. Для создания масштабируемых сетей протокол IS-IS позволяет задать «широкую» метрику (*wide metric*) с гораздо большими численными значениями. Размера поля метрики увеличен до 32 бит.

Назначение метрик в IS-IS – один из наиболее важных этапов проектирования масштабируемых сетей. В IS-IS метрики назначаются администратором вручную. Несмотря на отсутствие автоматизации данного процесса и его трудоёмкость, благодаря вдумчивому подходу по определению метрик уже на этапе проектирования больших сетей исходя из будущей топологии сети и основных путей движения трафика, он окупается эффектом минимального тюнинга протокола маршрутизации в процессе эксплуатации сети.

Например, канал 10G может быть на практике загружен так, что передача данных по альтернативному пути через Fast Ethernet окажется быстрее. Однако OSPF, в силу своего метода назначения метрики, будет настойчиво маршрутизировать трафик через этот канал 10G. И здесь без ручного управления не обойтись.

В этом связи протокол IS-IS по мнению автора лучше подходит для сетей операторов связи, чем OSPF.

V. ПОДДЕРЖКА IPv6

В связи с тем, что выдача блоков адресов IPv4 давно прекращена и количество клиентских устройств разного типа растёт высокими темпами, протокол IPv6 все активнее используется в сети Интернет.

Протокол OSPFv2 инкапсулирует свои сообщения в дейтаграммы IPv4 и маршрутизирует только его. Для маршрутизации IPv6 пришлось создавать отдельный протокол OSPFv3, обратно несовместимый с предыдущей версией. Поэтому при необходимости одновременной поддержки IPv4 и IPv6 в одной сети на маршрутизаторах потребуется запускать обе версии

протокола. Это создаст дополнительную нагрузку на ЦПУ и память маршрутизаторов, предъявляя тем самым повышенные требования к их аппаратным возможностям, что сказывается на их стоимости.

В корпоративных сетях обычно не требуется использование больших блоков публичных IP-адресов и можно использовать непубличные, поэтому можно обойтись вообще без использования IPv6. В этой связи протокол OSPFv2 целесообразнее использовать в корпоративных сетях.

В отличие от всех остальных протоколов маршрутизации, IS-IS свои пакеты инкапсулирует непосредственно в кадры канального уровня, поэтому он может маршрутизировать любой протокол сетевого уровня модели OSI.

Благодаря изначально предусмотренной масштабируемости протокола IS-IS маршрутизатор может осуществлять поддержку маршрутизации сразу нескольких протоколов сетевого уровня. Поэтому протокол IS-IS можно использовать для организации одновременной обработки трафика IPv4 и IPv6 с помощью единого процесса маршрутизации.

Поскольку в сетях операторов связи все глубже внедряется IPv6 при активной эксплуатации IPv4, протокол IS-IS лучше подходит для их сетей, нежели OSPF.

VI. ВРЕМЯ СХОДИМОСТИ

Сходимость является функционалом, связанным с синхронизацией таблиц маршрутизации после возникновения изменений в сети.

В качестве таких изменений рассматриваются появление новых путей доставки трафика или изменение существующих, состояния маршрутизаторов, а также появление новых узлов маршрутизации и конечных сетей.

Когда возникает изменение в архитектуре сети, протоколу маршрутизации необходимо «осознать» ситуацию, сообщить об этом всем маршрутизаторам сети, вычислить новые маршруты в соответствии с произошедшими изменениями, синхронизировать базы данных топологии LSDB и таблицы маршрутизации всех маршрутизаторов автономной системы или области.

Время, необходимое на эти действия, называется временем сходимости.

На время сходимости протокола маршрутизации влияют ряд факторов – алгоритм маршрутизации, количество маршрутизаторов и интерфейсов на них, способы определения и ретрансляции информации о неисправностях и изменениях в сети, а также скорость установления соседства с новыми или вернувшимися в строй маршрутизаторами для синхронизации знаний о сети.

У рассматриваемых протоколов алгоритм маршрутизации, способы определения и ретрансляции информации о неисправностях и изменениях одинаковы.

Разница состоит в скорости установления соседства и масштабах сети, охваченных деятельностью алгоритма SFP при изменениях в сети.

В случае OSPF процесс установления соседства между

маршрутизаторами проходит 7 состояний Down, Init, 2-Way, ExStart, Exchange, Loading и Full, где на каждом этапе происходят определенные действия [1]. По окончании этого процесса информация о соседстве будет появляться в анонсах Router-LSA и Network-LSA.

У протокола IS-IS [3] стадий установления соседства всего три – Down, Initializing и Up, которые аналогичны по функционалу первым трем стадиям OSPF. Аналога состояния ExStart в IS-IS нет. Функции Exchange, Loading в IS-IS заменяет периодическая и независимая от состояния сети рассылка пакетов CSNP (списка записей в LSDB) с возможными запросами PSNP недостающих частей LSDB. Таким образом синхронизация LSDB происходит быстрее.

При этом благодаря технологии контроля получения изменений, называемой «неявным подтверждением» в IS-IS в отличие от OSPF не отправляются отдельные сообщения подтверждения изменений. Такой метод основан на периодической передаче CSNP и позволяет в распределенных сетях с большим числом маршрутизаторов существенно снизить накладные расходы за счёт исключения лишних служебных сообщений.

В этой связи можно констатировать, что на одной и той же телекоммуникационной инфраструктуре с настройками по умолчанию при начальном формировании и синхронизации LSDB протокол IS-IS сходится быстрее.

Другим фактором, влияющим на время сходимости является время, необходимое для выполнения алгоритма SPF и обновления RIB/FIB таблиц маршрутизации. А время зависит от масштаба сети, охваченного алгоритмом SFP в случае наличия изменений, который чем меньше – тем лучше.

На этот предмет в IS-IS был сразу предусмотрен алгоритм частичного вычисления маршрута PRC (Partial Route Computation), который появился только в OSPFv3 и, соответственно, не работает для IPv4.

Концепция протокола IS-IS в сетях IP представляет связность на сетевом уровне в виде «листьев» дерева алгоритма выбора кратчайшего пути. Link-State-логика IS-IS заканчивается на расчёте пути к другим маршрутизаторам. Оконечные IP-сети находятся за маршрутизаторами, к которым они подключены. Если понятно как добраться до маршрутизатора, то понятно как добраться и до соответствующей IP-подсети. Если она станет недоступной, то глобального пересчета маршрутов не требуется, поскольку транзитные пути через данный маршрутизатор целы. В этом случае маршрутизатор лишь высылает уведомление в сеть, что данный сетевой префикс недоступен. С другой стороны, когда через маршрутизатор проходит пакет с IP-адресом, содержащим новую сеть, маршрутизатор добавляет эту сеть в таблицу маршрутизации, а дерево путей продляется до этой сети через тот узел, от которого этот пакет был получен.

Таким образом, любое изменение информации о связности на уровне протокола IP повлечет лишь частичное выполнение алгоритма SPF - Partial Route Calculation, что подразумевает пересчёт конечных

вершин (листьев) без необходимости пересчета всего SPF-дерева области. Чем больше маршрутизаторов в сети, тем ощутимее преимущество данного подхода.

Необходимо также упомянуть о следующем. При лавинной рассылке в процессе начального формирования таблиц маршрутизации пакеты PDU LSP протокола IS-IS передаются в неизменном виде. В аналогичной ситуации каждый узел OSPF может модифицировать набор и содержание LSA в ретранслируемых сообщениях, на что требуется дополнительное время.

Кроме того, при этом использование канального уровня для транспорта служебных сообщений в IS-IS позволяет ускорить обмен маршрутной информацией за счёт исключения акта инкапсуляции маршрутной информации между транспортным и сетевым уровнями модели OSI в случае OSPF.

Время сходимости OSPF и IS-IS ранее исследовалось в [11], которое показало существенно меньшее время сходимости в случае использования IS-IS.

В этой связи, использование операторами связи протокола маршрутизации IS-IS на магистральной инфраструктуре с точки зрения автора является предпочтительным.

VII. НАКЛАДНЫЕ РАСХОДЫ НА ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ КАНАЛОВ СВЯЗИ

На данный показатель влияют следующие факторы – количество маршрутизаторов в сети и интерфейсов на них, формат и размер служебных сообщений, а также частота обмена ими между маршрутизаторами, установившие соседство.

Например, в стационарном режиме работа протоколов маршрутизации Link State сводится к передаче и обработке пакетов поддержания отношений соседства. Также, во избежание запуска алгоритма SFP из-за истечения времени актуальности топологии, происходит периодическое обновление базы состояния каналов (LSDB) путем отправки каждым маршрутизатором информации о себе и ретрансляции информации от других маршрутизаторов методом лавинной рассылки.

Анализ архитектур протоколов OSPF [2] и IS-IS [3] позволил получить простые оценочные соотношения для необходимой пропускной способности в байт/с с стационарном режиме для модели сети из M узлов с одинаковым количеством N активных интерфейсов [8,9]:

$$C_OSPF \sim M \cdot N \cdot (9 + 0,4 \cdot N)$$

$$C_ISIS \sim 1,7 \cdot M \cdot (90 \cdot N + M \cdot (N - 1) + 1)$$

Видно, что для OSPF зависимость от количества узлов маршрутизации линейная, а от количества интерфейсов – квадратичная. В случае IS-IS наблюдается квадратично-линейная зависимость от количества маршрутизаторов и линейная от числа интерфейсов на устройстве.

Так, телекоммуникационная инфраструктура из 100 маршрутизаторов с 4 интерфейсами на каждом устройстве генерирует трафик OSPF $\sim 6,43$ Кбайт/с, а

трафик IS-IS ~ 109 Кбайт/с.

Такое различие связано с тем, каждый маршрутизатор IS-IS по умолчанию рассылает пакеты CSNP (списки записей базы данных LSDB) каждые 10 с, в два раза чаще осуществляет обновление базы LSDB и дополняет информацию IS-IS при инкапсуляции в кадр канального уровня до размера его MTU.

Для уменьшения объема служебного трафика при стабильной инфраструктуре сети можно увеличить таймеры IS-IS для уменьшения объема служебного трафика, а также разрешить не дополнять сообщение протокола IS-IS до MTU после установления соседства. Эксперименты, описанные в [10], показывают уменьшение служебного трафика IS-IS на порядок при использовании этой возможности.

Современные телекоммуникационные сети операторов связи строятся на P2P-соединениях через высокоскоростные интерфейсы Ethernet со скоростями 10G и выше. Поэтому накладные расходы пропускной способности каналов связи на маршрутизацию практически не влияют на скорость передачи данных пользователей, поэтому в этом плане протоколы маршрутизации OSPF и IS-IS находятся в равных позициях.

VIII. ВЫВОДЫ

Подводя итог, можно сказать, что по совокупности приведенной информации протокол IS-IS более предпочтителен для распределенных телекоммуникационных инфраструктур операторов связи, а протокол OSPF – для крупных корпоративных сетей.

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] RFC 1247. URL: <https://www.ietf.org/rfc/rfc1247.txt.pdf> (время обращения 25.10.2024)
- [2] RFC 2328. URL: <https://www.ietf.org/rfc/rfc2328.txt.pdf> (время обращения 25.10.2024)
- [3] RFC 2740. URL: <https://www.ietf.org/rfc/rfc2740.txt> (время обращения 25.10.2024)
- [4] RFC 5340. URL: <https://www.ietf.org/rfc/rfc5340.txt> (время обращения 25.10.2024)
- [5] RFC 1142. URL: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc1142.pdf> (время обращения 25.10.2024)
- [6] RFC 1195. URL: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc1195.pdf> (время обращения 25.10.2024)
- [7] RFC 1812. URL: <https://www.ietf.org/rfc/rfc1812.txt> (время обращения 25.10.2024)
- [8] Ромасевич П.В., Сравнительная оценка накладных расходов протоколов внутренней маршрутизации в стационарном режиме функционирования сети. – Материалы XIII Международной научно-практической конференции «Информационные технологии в ТЭК. Проблемы и решения», 2024, Уфимский государственный нефтяной технический университет.
- [9] Ромасевич П.В., Оценка необходимой пропускной способности служебного трафика IGP в условиях стабильно функционирования телекоммуникационной инфраструктуры MSK-IX. – Проблемы передачи информации в инфокоммуникационных системах : сб. докл. и тез. XIV Всерос. науч.-практ. конф., г. Волгоград, 24 мая 2024 г. / редкол.: Е. С. Семенов (пред.) [и др.]. – Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2024.
- [10] Шардаков К.С., Корбаков А.И., Красновидов А.В. // Сравнение динамической маршрутизации IS-IS и OSPF, Intellectual Technologies on Transport, 2017, №2.
- [11] Макаренко С. И. Время сходимости протоколов маршрутизации при отказах в сети // Системы управления, связи и безопасности, 2015, № 2. С. 45-98.

Link State IGP Protocols Comparison for Routing Planning in Distributed Telecommunications Infrastructures

Pavel Romasevich

Abstract - One of the stages of designing distributed telecommunication infrastructures within autonomous systems is the choice of an internal routing protocol to organize traffic exchange between remote network segments. An example of such networks can be telecommunication infrastructures of telecom operators and large companies of various directions, including a large number of routing nodes, networks connected to them, and operating within one or more autonomous systems. As modern experience shows, a prerequisite for the development of such organizations is the appropriate scaling of the telecommunications infrastructure in terms of the number of routing nodes and networks, communication channels and traffic volumes generated by an increasing number of clients and new network services.

In this regard, the preventive choice of the routing protocol in accordance with the future development of the organization is an extremely responsible step. That is why it is necessary to imagine the architecture and functionality of routing protocols for their comparison and positioning for each specific case.

This article discusses the Link State IGP internal routing protocols and ignores the remote vector RIP protocol due to its significant limitations in scaling the telecommunications infrastructure and the relatively high overhead of using the bandwidth of communication channels.

Protocols can be compared according to many criteria, but not all of them are significant when proactively choosing a routing protocol during the network design phase. Therefore, the article will consider the characteristics of Link State routing protocols, which from the author's point of view must be taken into account from the very beginning.

Keywords - IGP, OSPF, IS-IS, Standalone, Link State, Hierarchical, Metric, Routing, Scaling, Overhead

REFERENCES

- [1] RFC 1247. URL: <https://www.ietf.org/rfc/rfc1247.txt.pdf> (accessed date 25.10.2024).
- [2] RFC 2328. URL: <https://www.ietf.org/rfc/rfc2328.txt.pdf> (время обращения 25.10.2024)
- [3] RFC 2740. URL: <https://www.ietf.org/rfc/rfc2740.txt> (время обращения 25.10.2024)
- [4] RFC 5340. URL: <https://www.ietf.org/rfc/rfc5340.txt> (время обращения 25.10.2024)
- [5] RFC 1142. URL: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc1142.pdf> (время обращения 25.10.2024)
- [6] RFC 1195. URL: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc1195.pdf> (время обращения 25.10.2024)
- [7] RFC 1812. URL: <https://www.ietf.org/rfc/rfc1812.txt> (время обращения 25.10.2024)
- [8] Romasevich P.V., Comparative assessment of the overhead costs of internal routing protocols in the stationary mode of network operation. - Materials of the XIII International Scientific and Practical Conference "Information Technologies in the Fuel and Energy Complex. Problems and solutions," 2024, Ufa State Petroleum Technical University.
- [9] Romasevich P.V., Estimation of the necessary bandwidth of IGP service traffic in conditions of stable functioning of MSK-IX telecommunication infrastructure. - Problems of information transmission in infocommunication systems: Sat doc. and tez. XIV All-Russia. scientific-practical. conf., Volgograd, May 24, 2024/editor: E. S. Semenov (prev.) [et al.]. - Volgograd: Publishing house VolSU, 2024.
- [10] Shardakov K.S., Korbakov A.I., Krasnovidov A.V.//Comparison of dynamic routing IS-IS and OSPF, Intellectual Technologies on Transport, 2017, No. 2.
- [11] Makarenko S.I. Convergence time of routing protocols in case of network failures //Control, communication and security systems, 2015, No. 2. S. 45-98.