

К.А. Батенков, А.Н. Орешин, М.А. Бакалец
(г. Орел, Академия ФСО России)
K.A. Batenkov, A.N. Oreshin, M.A. Bakalets
(Oryol, Academy of Federal Security Service of Russia)

ПАРАМЕТРЫ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МНОГОТОЧЕЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ

MULTI-POINT TRANSMISSION PERFORMANCE

В данном тексте рассмотрены особенности функционирования системы многоточечной передачи информации. В частности, уделяется внимание параметрам, протоколам и другим версиям Рекомендаций.

This text describes the features of the functioning of the system of multipoint transmission of information. In particular, attention is paid to parameters, protocols and other versions of Recommendations.

Ключевые слова: протокол многоадресной рассылки, измерительные точки, протокол управления группами интернета, обменная ссылка, сетевой раздел, ансамбль сетевых секций.

Keywords: Protocol Independent Multicas, Measurement Points, Internet Group Management Protocol, Exchange Link, Network Section, Network Section Ensemble.

Общие сведения о Рекомендации Y-1544

В Рекомендации Y-1544 [1] определяются параметры, которые могут использоваться при определении и оценке скорости, точности, надежности и доступности передачи данных при использовании международного Интернет протокола (IP – Internet Protocol). Рассматриваются параметры, применимые к IP услугам «точка-многоточка» и сетевым элементам, которые предоставляют или способствуют предоставлению такой услуги в соответствии нормативным актам [2, 3].

В частности, Рекомендация [1] опирается на ту же многоуровневую модель и общую модель, определенную в ИТУ-Т Y.1540 [4] для двухточечных соединений. Сфера применения этой Рекомендации расширяет использование ИТУ-Т Y.1540 для области, которая была оставлена для дальнейшего изучения – соединения «точка-многоточка».

В ее сферу применения также входят параметры производительности, которые имеют отношение к конкретным многоадресным протоколам. В настоящее время охвачены Протокола управления группами Интернета (IGMP – *Internet Group Management Protocol*) версии 2 и 3. Включение этих протоколов выходит за рамки ИТУ-Т Y.1540 для охвата функций обеспечения доступа и разъединения соединений.

Работа многоадресных протоколов маршрутизации прозрачна для пользователей и их узлов доступа прежде всего с точки зрения способности сети доставлять пакеты из источников в пункты назначения [5]. Эта Рекомендация не определяет параметры производительности для таких протоколов. Таблица 1 иллюстрирует охват этой Рекомендация с точки зрения матрицы «3 на 3» (определено в ИТУ-Т I.350).

Таблица 1. Область охвата Рекомендации Y-1544

Критерии / Функции	Скорость	Достоверность	Надежность
Установление соединения	Параметры производительности для членов многоадресной группы (раздел 8)		
Передача информации о пользователе	Параметры производительности для многоточечной передачи пакетов (раздел 6)		
Разъединение соединения	Параметры производительности для членов многоадресной группы (раздел 8)		

Мультиточечное функционирование многоуровневой модели IP-сервиса

Многоуровневая модель для услуг IP (п. 4 ИТУ-Т Y.1540 [4]) также применяется к варианту «точка-многоточка». Единственным дополнительным условием, связанным с функционированием модели, является воспроизведение пакетов в многоадресных маршрутизаторах. Когда требуется, многоадресный маршрутизатор используется для воспроизведения пакетов заданной группы многоадресной рассылки, для их дальнейшей отправки по двум или более исходящим ссылкам в направлении их пунктов назначения [6].

Мультиточечное функционирование общей модели IP-сервиса

Основное дополнение в отношении существующей модели предоставления услуг (п. 5 ИТУ-Т Y.1540 [2]) заключается в том, что информация о многоадресной маршрутизации заметно отличается от глобально передаваемой информации о маршрутизации. Назначением информации о многоадресной маршрутизации является создание многоадресной рассылки дерева распространения, применимого к каждому источнику/группе, или применимого к различным группам при совместном использовании многоадресных деревьев. Многоадресная маршрутизация может быть получена из информации об уже доступной одноадресной маршрутизации (как это делается с независимой от протокола многоадресной рассылки (PIM – *protocol independent multicast*)). Ограничения информации о многоадресной маршрутизации связаны с обеспечением большого количество допустимых выходных измерительных точек (MP – *measurement points*). В общем, все IP-пакеты (и фрагменты пакетов), исходят из основного сегмента (как определено в ИТУ-Т Y.1540 [4]): базовый сегмент – это либо обменная ссылка (EL – *exchange link*), либо сетевой раздел (NS – *network section*), либо узел-источник или узел-адресат) должны перенаправлять только в другие базовые сегменты, если это разрешено доступной многоадресной маршрутизацией. В отведенное время (потому что

информация о маршрутизации не является статичной) и относительно предоставленных IP сервисов «точка-точка» [7] и базовых секций или ансамблей сетевых секций (NSE – *network section ensemble*):

– входной MP является допустимым входным MP, если переход этого MP в этот основной раздел или NSE разрешено информацией о многоадресной маршрутизации;

– выходной MP является допустимым выходным MP, если прохождение этого MP приводит к другому базовому сегменту, разрешенного информацией о многоадресной маршрутизации.

Все исходы пакетов, определенные ранее, сформулированы с точки зрения допустимого входного MP и выходного MP. В настоящей Рекомендации определяются параметры многоточечного соединения для случаев элементарных соединений «точка-точка», часто используются параметры соединений «точка-точка». В результате, параметры оцениваются в отношении одного допустимого входного MP и одного допустимого выходного MP. Ограничение определения результатов парами входного и выходного MP позволяет избежать сложности комбинаций исходов, когда допустимо использование нескольких выходных MP для одного входящего (например, многоточечный результат может быть: <успех, успех, потеря, успех> в четырех направлениях; каждая комбинация «потери», «успеха», «ошибки» или других исходов потребует нового определения многоточечного результата, и это не поддается управлению и не имеет практической пользы как альтернатива использованию результатов «точка-точка» [8]).

Параметры производительности многоточечной передачи IP-пакетов

В ранее рассмотренных рекомендациях определяются параметры производительности с акцентом на вариант с двухточечным соединением. Этот пункт также расширяет ключевые концепции Y.1540 [4] в областях, необходимых для определения параметров для случая многоточечного соединения.

Производительность метода многоточечного распределения пакетов по набору адресатов может рассматриваться как набор двухточечных передач пакетов и характеризуется использованием одного или нескольких параметров двухточечного соединения. Кроме того, в настоящей Рекомендации определяются параметры, специфичные для двухточечного соединения.

Существует три основных категории параметров многоточечной связи, которые ориентированы на различные объекты в этой топологии: параметры, которые описывают производительность источника, параметры, которые описывают производительность в одном или нескольких пунктах назначения и параметры, которые можно применить к описанию производительности подразделов многоадресного дерева. В своей нынешней версии эта Рекомендация в первую очередь направлена на производительность пункта назначения.

Параметры доступности многоточечной IP-услуги

Функцию доступа однонаправленной двухточечной услуги, определенную ранее, следует использовать для оценки доступности многоадресного пути между источником и любым отдельным пользователем пункта назначения [1].

Доступность группы IP: с учетом D , набор из N пунктов назначения (или групп), которые ожидают пакеты от источника, параметр доступности услуги многоточечной IP-связи определяется как соотношение пунктов назначения в доступном состоянии «точка-точка», N_{av} , (во время определенной оценки интервала T_{av}), и общее количество пунктов назначения N (где доступность «точка-точка» определена в ITU-T Y.1540 [2]).

Доля пунктов назначения в доступном состоянии во время T_{av} может быть выражена как:

$$A(T_{av}) = \frac{N_{av}}{N},$$

Средняя доступность IP-услуг группы: средняя доля доступных адресатов за интервал записи результатов,

$$Tr = I \times Tav,$$

составляет

$$mean(A(T_{av}), T_v) = I^{-1} \sum_i A(T_{av})_i,$$

где I – целое число.

Список литературы

1. ITU-T Y.1544. Multicast IP performance parameters / Telecommunication Standardization Sector of ITU (07/2008).
2. Батенков, К.А. Алгоритм синтеза базиса ортонормированных функций для многоканальной передачи данных / Батенков А.А., Богачев Г.В., Батенков К.А. // Цифровая обработка сигналов. – 2007. – № 2. – С. 19–25.
3. Батенков, К.А. Об анализе живучести сетей связи на основе вероятностного подхода // Неделя науки СПбПУ: материалы науч. конф. с междунар. участием. Институт физики, нанотехнологий и телекоммуникаций. – 2016. – С. 6–8.
4. ITU-T Y.1540. Internet protocol data communication service – IP packet transfer and availability performance parameters / Telecommunication Standardization Sector of ITU (07/2016).
5. Батенков, А.А. Дискретизация линейного канала связи с памятью и аддитивным белым гауссовским шумом численным методом / А.А. Батенков, К.А. Батенков // Математическое моделирование. – 2009. – Т. 21. – № 1. – С. 53-74.
6. Батенков, К.А. Модели системных характеристик линейных каналов связи на основе интегральных преобразований // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2012. – № 3 (4). – С. 120-125.
7. Батенков, К.А. Общие подходы к анализу и синтезу структур сетей связи // Современные проблемы телекоммуникаций: материалы Российской науч.-техн. конф. – 2017. – С. 19–23.
8. Батенков, К.А. Технический эффект оптимальных линейных модуляции и демодуляции в беспроводных системах связи // Известия Института инженерной физики. – 2015. – № 1 (35). – С. 24–28.

Материал поступил в редколлегию 12.10.19.