

Исследование передачи трафика 3d видеопотока с использованием технологии DWDM

Н. А. Демидов

Санкт-Петербургский государственный университет
телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

deminickal@outlook.com

Аннотация. Растущая потребность в коммуникации в условиях цифровой трансформации вызывает увеличение различных видов трафика в сетях связи. Решение проблемы, на наш взгляд, лежит в плоскости разработки рекомендаций по организации передачи новых видов трафика. В данной статье мы приводим результаты натурального эксперимента по передаче 3D видеопотока с использованием технологии DWDM.

Ключевые слова: сети связи, 3D видеопоток, мультимедийный трафик, голографический трафик, технология DWDM

I. ВВЕДЕНИЕ

Растущая потребность в информационно-коммуникационной деятельности в условиях цифровой трансформации вызывает увеличение различных видов трафика в сетях связи. Для обеспечения эффекта присутствия абонента в режиме реального времени используются инновационные голографические технологии. Потенциал развития данного вида коммуникации определяет перспективу и значимость исследования передачи голографической информации.

Проблема визуализации трехмерных объектов в условиях дальнейшего развития голографических технологий обуславливает появление определенного научного интереса к этой области исследований. Исследование трафика видеопотока, трафика 3D изображений, голографического трафика с использованием технологий SDN – эти и другие проблемы передачи мультимедийной и голографической информации становятся актуальными для многих исследователей. [3, 5, 6, 10, 11]

Данное исследование было сфокусировано на изучении передачи 3D видеопотока в сетях связи с использованием технологии DWDM. На первом этапе была разработана и протестирована модель передачи трафика.

Предполагалась разработка простейшей модели для обслуживания потоков трафика от взаимодействующих устройств в сети связи с использованием технологии DWDM.

Технология DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) дает возможность решить проблему повышения пропускной способности сети и уплотнения трафика, мультиплексируя несколько информационных каналов по одному оптическому волокну. При этом, для

передачи разных потоков данных используются разные длины волн. Для обеспечения применения всего диапазона, Международный союз электросвязи (ITU-T), Сектор стандартизации электросвязи (the International Telecommunication Union Telecommunication Standardisation Sector (ITU-T)), определил таблицу всех длин волн (и соответствующих им центральных частот). Таблица размещена в рекомендации ITU-T G.694.1.

Отметим, что системы DWDM позволяют расширить существующую полосу пропускания без прокладки дополнительных волокон в оптических кабелях. Возможности существующей системы расширяются с помощью мультиплексоров и демultipлексоров на концах системы. [2, 4, 8]

Использование технологии мультиплексирования с плотным разделением длин волн является перспективным, так как исследователи утверждают, что ожидаемо при эволюции данной технологии будут использованы, как существующие принципы суперканала, так и более мощная обработка сигналов, гибкие сетевые решения и спектрально эффективные методы передачи. [1]

В разработанной модели было использовано следующее оборудование: камера Microsoft Kinect, два севера, два коммутатора Mikrotik, оборудование DWDM (DWDM T8 «Волга» V6 и V10), проектор. Среда передачи данных – оптоволокно – патч-корд SC-SC, коммутационный шнур UTP 4-х парный cat.5e 3.0м.

Для имитации работы в сети было подключено два сервера к коммутаторам, которые, используя оптоволоконный кабель, соединяются по технологии DWDM.

На подготовительном этапе эксперимента изучение параметров трафика проводилось с помощью цифрового оптического аттенюатора, который позволяет поддерживать определенный диапазон затухания от 0 до 75 с возможностью выбора шага в 1Дб. На наш взгляд, будет достаточным затухание в 2 Дб, что тождественно, в данном случае, десяти километрам.

Возможность формирования 3d видео потока, была реализована с помощью специального программного инструмента – OBS. Для перехвата и анализа сетевого трафика применялась программа Wireshark. На виртуальном сервере были запущены веб-интерфейсы коммутаторов для мониторинга трафика, а также

сделаны снимки экрана. SDN контроллер – виртуализирует уровень управления сетью.

Модель представлена на рис. 1.

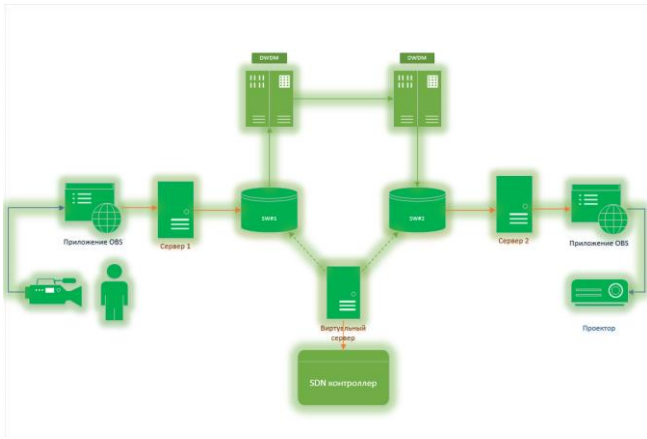


Рис. 1. Модель для проведения экспериментального исследования

II. РЕЗУЛЬТАТЫ

Сделанное допущение о необходимости проведения сравнительного анализа данных ввода и вывода в процессе передачи 3D видеопотока, позволило прийти к следующей последовательности экспериментального исследования. Передавая трафик с использованием технологии DWDM, во время натурного эксперимента, был проведен мониторинг и обработка данных на передающей стороне и на принимающей стороне.

При анализе результатов изучения трафика были рассмотрены следующие характеристики: длины пакетов, RTT (время передачи пакета от отправителя к получателю и обратно), пропускная способность.

График ввода/вывода приведен на рис. 2.

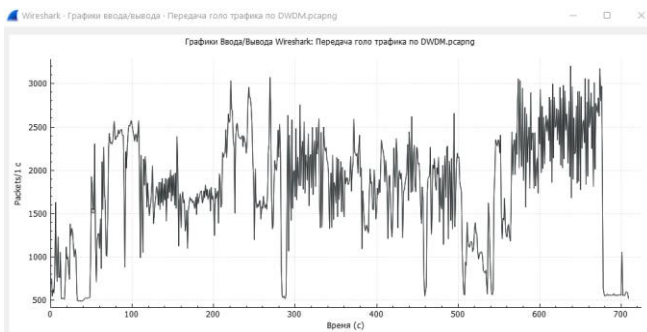


Рис. 2. График ввода/вывода на передающей стороне

Статистика передачи длин пакетов обобщена на рис. 3.

Topic / Item	Count	Average	Min Val	Max Val	Rate (ms)	Percent	Burst Rate	Burst Start
Packet Lengths	1262468	887,71	54	1514	1,7784	100%	4,1600	638,445
0-19	0	-	-	-	0,0000	0,00%	-	-
20-39	0	-	-	-	0,0000	0,00%	-	-
40-79	492329	60,02	54	79	0,6935	39,00%	2,0800	638,591
80-159	1190	118,63	80	159	0,0017	0,09%	0,0400	130,880
160-319	2548	237,88	160	319	0,0036	0,20%	0,0400	68,987
320-639	50498	388,06	320	639	0,0711	4,00%	0,2100	269,083
640-1279	9342	954,96	640	1279	0,0132	0,74%	0,0400	0,845
1280-2559	706561	1502,89	1280	1514	0,9953	55,97%	2,4800	269,083
2560-5119	0	-	-	-	0,0000	0,00%	-	-
5120 and greater	0	-	-	-	0,0000	0,00%	-	-

Рис. 3. Анализ показателей длин пакетов после окончания передачи

На рис. 4 приведен график показателей пропускной способности по результатам эксперимента.

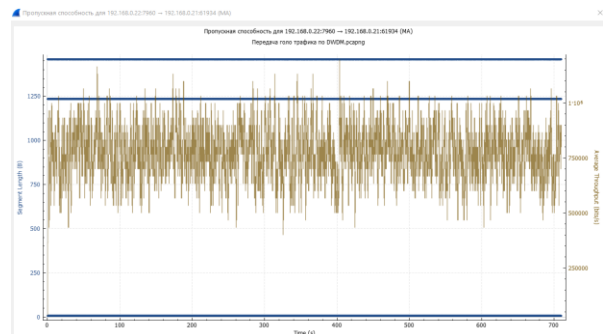


Рис. 4. График показателей пропускной способности по результатам эксперимента

Рассматривая следующую характеристику трафика, приводим показатели RTT – времени передачи от отправителя к получателю и обратно. Смотри рис. 5.

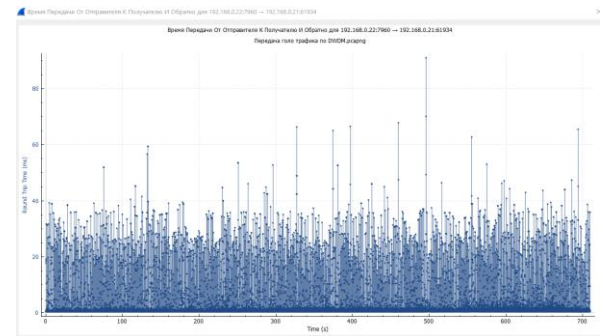


Рис. 5. График времени передачи от отправителя к получателю и обратно

Далее приведены результаты эксперимента, собранные с помощью перехвата пакетов на принимающем устройстве.

Приведен график ввода/вывода на принимающей стороне. Смотри рис. 6.

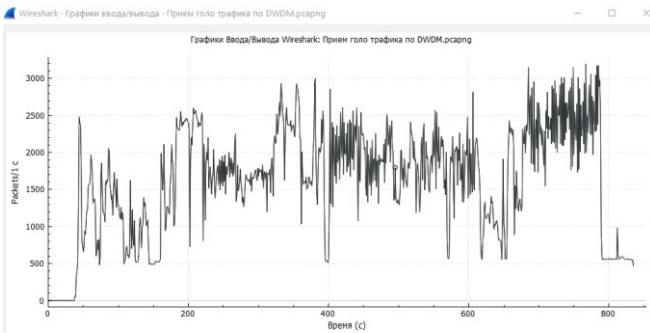


Рис. 6. График ввода/вывода на принимающей стороне

Статистика на принимающем устройстве приведена на рис. 7.

Topic / Item	Count	Average	Min Val	Max Val	Rate (ms)	Percent	Burst Rate	Burst Start
Packet Lengths	1361328	883.43	42	1514	1,6287	100%	4,6900	771,840
0-19	0	-	-	-	0,0000	0,00%	-	-
20-39	0	-	-	-	0,0000	0,00%	-	-
40-79	533065	55.42	42	79	0,0378	39,16%	2,0700	749,889
80-119	1337	119.28	80	159	0,0016	0,10%	0,1400	38,300
160-319	2768	238.24	160	319	0,0033	0,20%	0,0400	125,170
320-639	54143	389.64	320	639	0,0648	3,98%	0,2300	355,996
640-1279	10429	954.66	640	1279	0,0125	0,77%	0,0500	407,417
1280-2559	759586	1502.43	1280	1514	0,9088	55,30%	2,5900	430,245
2560-5119	0	-	-	-	0,0000	0,00%	-	-
5120 and greater	0	-	-	-	0,0000	0,00%	-	-

Рис. 7. Статистика длин пакетов на принимающей стороне

В результате анализа научных публикаций, посвященных исследованию мультимедийного трафика, было сделано допущение о необходимости проведения мониторинга трафика видео-потока и трафика 3D видео-потока. В связи с этим, на втором этапе эксперимента была проведена обработка и накопление показателей параметров трафика потока 3D изображений.

На восьмом рисунке показаны результаты передачи видео потока в экспериментальной модели.

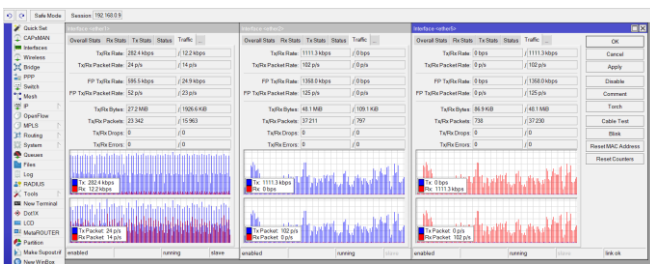


Рис. 8. Демонстрация результатов мониторинга видео-потока

Графические результаты передачи видео потока на передающей стороне приведены на рис. 9.

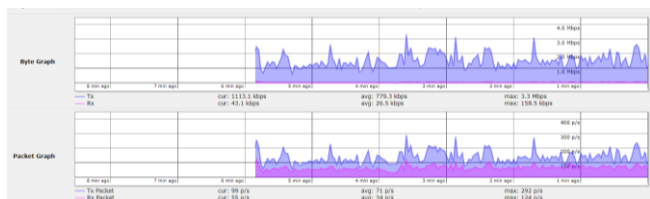


Рис. 9. Графические результаты передачи видео потока на передающей стороне

На принимающей стороне график выглядит следующим образом (рис. 10).

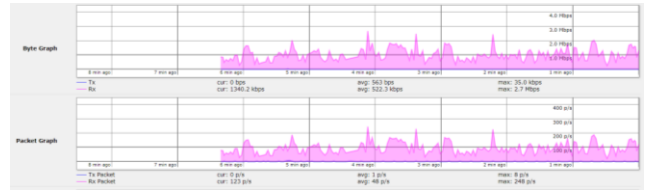


Рис. 10. Графические результаты передачи видео потока на принимающей стороне

Далее представлены результаты мониторинга передачи трафика 3D видеопотока.

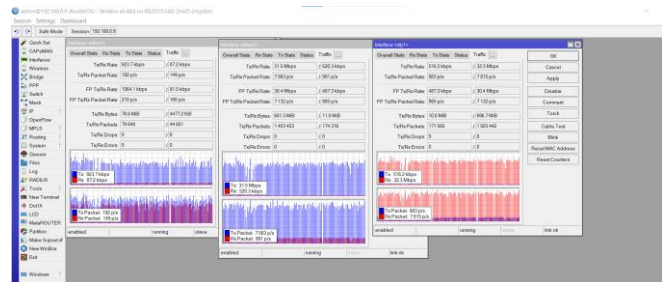


Рис. 11. Демонстрация результатов мониторинга передачи трафика 3D видеопотока

Графические результаты передачи 3D видеопотока на передающей стороне приведены на рис. 12.

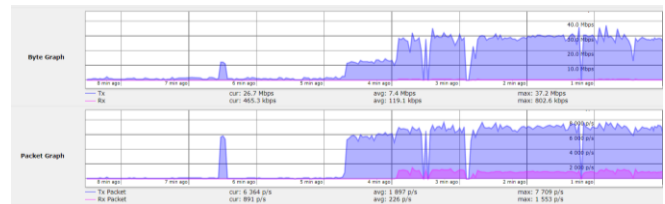


Рис. 12. Графические результаты передачи 3D видеопотока на передающей стороне

На принимающей стороне график выглядит подобным образом (рис. 13).

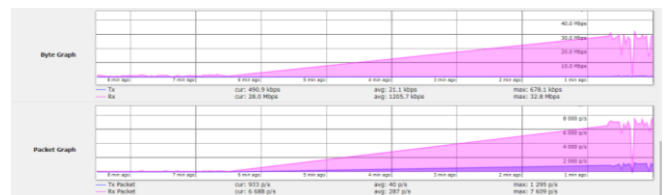


Рис. 13. Графические результаты передачи 3d видеопотока на принимающей стороне

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В контексте потенциального роста доли трафика 3D изображений в общем объеме передачи данных, практически значимым было получение новых данных о передаче 3D видеопотока в сетях связи. Поставленная цель – изучение характеристик трафика видеопотока и 3D видеопотока в сетях связи с использованием технологии DWDM была выполнена на разработанной модели. Полученные результаты эксперимента станут

основой для изучения голографического трафика и необходимых параметров сети для предоставления инновационных услуг абонентам.

Можно резюмировать необходимость разработки определенных рекомендаций по организации передачи исследуемого вида трафика.

Переход к более гибким сетям последующих поколений, использование 6G, потребует новые стратегии определения параметров и характеристик потоков данных.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Автор выражает признательность Киричеку Руслану Валентиновичу, ректору Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, д-ру технических наук, профессору кафедры ПИИВТ и Кучерявому Андрею Евгеньевичу, д-ру технических наук, профессору, заведующему кафедрой СС и ПД Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича за оказанную помощь при разработке плана исследований и советы по его проведению.

Выражаю большую благодарность моему научному руководителю Маколкиной Марии Александровне, д-ру технических наук, профессору кафедры СС и ПД СПбГУТ за ценные советы при планировании и проведении экспериментального исследования и рекомендации по оформлению статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Bennett G., Wu K., Malik A., Roy S., & Awadalla A. (2014). A review of high-speed coherent transmission technologies for long-haul DWDM transmission at 100g and beyond. *IEEE Communications Magazine*, 52(10), 102–110. doi:10.1109/mcom.2014.6917410
- [2] Ибрагимов Р.З., Фокин В.Г. «Расчет оптических параметров DWDM системы». *ЭЛЕКТРОСВЯЗЬ №10*, 2015. С. 62-64. Электронный ресурс. – Режим 90 доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24337280>
- [3] Кучерявый А.Е. Сети связи 2030 / А.Е. Кучерявый, А.С. Бородин, Р.В. Киричек // *Электросвязь*. 2018. №11. С. 52–55.
- [4] Листвин В.Н. DWDM системы [Текст] : научное издание / В.Н. Листвин, В.Н. Трещиков. Москва : Наука, 2013. 267 с. : ил.; 24 см.; ISBN 978-5-9902333-6-2
- [5] Маколкина М.А. Разработка и исследование комплекса моделей трафика и методов оценки качества для дополненной реальности: 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций: Дис. ... докт. техн. наук. Санкт-Петербург, 2019. 436 с.
- [6] Парамонов А.И., Сенькина Н.С. Проблемы развития инфокоммуникационных услуг и их влияние на перераспределение трафика // *Информационные технологии и телекоммуникации*. 2016. Том 4. № 1. С. 46–54.
- [7] Рекомендация ИТУ-T G.695 (07/2018) «Optical interfaces for coarse wavelength division multiplexing applications» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.695-201807-I>
- [8] Рекомендация ИТУ-T G.698.2 (11/2018) «Amplified multichannel dense wavelength division multiplexing applications with single channel optical interfaces» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.698.1-200911-I> 18
- [9] Рекомендация ИТУ-T G.873.1 (10/2017) «Optical transport network: Linear protection» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.itu.int/rec/T-RECG.873.1-201710-I> 20 Рекомендация G.873.3 (09/2017) «Optical transport network – Shared mesh protection» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.itu.int/rec/T-RECG.873.3-201709-I>
- [10] Чистова Н.А., Кучерявый А.Е. Анализ технико-экономических последствий внедрения сетей связи с ультра малыми задержками / Чистова Н.А., Кучерявый А.Е. // *Информационные технологии и телекоммуникации*. 2018. №4. С.53-60.
- [11] Шыпота Н.А. Анализ особенностей голографических сетевых приложений // *Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании: сб. науч. статей: в 4х томах*. Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича. Санкт-Петербург, 2021. С. 688-692.