Соединение ЦОД

Введение

Развитие онлайн-сервисов, популярность "контента-по запросу", а также все большее их проникновение в жизнь и дома людей неизбежно приводит к необходимости увеличения пропускной способности каналов передачи данных операторов и поставщиков услуг.

Помимо увеличения популярности сервисов, свою лепту внесли и последствия пандемии, и переток сотрудников из офисов в режим удаленной работы.

Например, по данным Института статистических исследований и экономики знаний, масштабный переход россиян на удаленную работу вызвал резкое увеличение объема передаваемой информации.

[Изображение недоступно]

Увеличение трафика приводит, в свою очередь, и к необходимости увеличивать, расширять центры обработки данных (ЦОД), в которых хранится контент и ведутся вычисления. Но случается и так, что ЦОД расположены на некотором отдалении друг от друга. В таких случаях необходимо соединить между собой или же увеличить пропускную способность существующего канала между ЦОД.

В сегодняшней статье мы как раз и рассмотрим различные варианты соединения ЦОД, решения, которые позволяют это сделать, и коснемся вопросов стоимости.

Использование «серых» модулей для соединения ЦОД

Мы взяли для обзора расстояния от 20 км, поскольку на меньших дистанциях проще проложить новый кабель. Для больших дистанций такие проблемы как OPEX на аренду столбов или канализации начинает влиять в большей степени.

По количеству ОВ рассматриваем наиболее популярные типоразмеры оптического кабеля. Задача - соединение ЦОД на различных скоростях.

Задача перехода на скорости 100G появляется в связи с исчерпанием емкости каналов 10G, либо ввиду запросов от клиентов предоставить клиентские линки 40/100G.

Под “серыми” оптическими модулями принято принимать модули которые работают по технологиям и длинах волн, отличных от спектрального уплотнения (CWDM, DWDM).

Наиболее распространенные на сегодняшний день длины волн, а также технологии:

- 850 нм.
- 1310 нм.
- WDM (1310/1550, 1270/1330 и др.).
- LAN-WDM - четыре длины волны: 1295,56 нм, 1300,05 нм, 1304,58 нм, 1309,14 нм, 4x10 Gbps. 4x25 Gbps.

Данные модули могут работать как по 1 ОВ (WDM/BiDi), так и по 2 ОВ.

На сегодняшний день все больше набирают популярность скорости передачи и, соответственно, необходимость соединения на скоростях 25 G и выше. Рассмотрим варианты модулей скоростей и технологий, которыми возможно решить задачу соединения ЦОД:

SFP28 – оптические модули в корпусе SFP/SFP+, но с измененной схемотехникой и лазерами для работы на скорости 25G.

На текущий момент доступны модели как для работы 1 ОВ, на расстоянии до 40 км, для соединений точка-точка, так и для работы по 2 ОВ(модели LR, ER).

[Изображение недоступно]

QSFP+ – оптические модули для работы на скорости 40G.

На текущий момент доступны модели для работы на расстоянии до 40 км, для соединений точка-точка по 2 ОВ (LR4, ER-Lite, ER4).

[Изображение недоступно]

QSFP28 – оптические модули в корпусе QSFP+, но с измененной схемотехникой и лазерами для

работы на скорости 100G.

На текущий момент для соединений точка-точка доступны модели с дальностью до 80 км по 2 ОВ. Кроме того, для работы по 2 ОВ в городской черте используются ER4 (до 40 км).

В 2022 году также появятся модели для работы по 1 ОВ на расстояние до 40 км.

[Изображение недоступно]

[Изображение недоступно]

Использование «серых» модулей для соединения ЦОД до 40 км

[Изображение недоступно]

+Простота модернизации

+Низкая стоимость

+Нет единой точки отказа

-Занятость большого кол-ва портов

Использование «серых» модулей для соединения ЦОД до 80км

[Изображение недоступно]

В случае, когда расстояние между ЦОД выше 40 км, использование модулей SFP28, QSFP+ уже не представляется возможным, ввиду отсутствия лазеров.

Соответственно, можно либо переходить на 100G-модули, например QSFP28-ZR4-80, либо же переходить к технологиям спектрального уплотнения DWDM

+Простота модернизации

+Низкая стоимость

+Нет единой точки отказа

-Нет запаса по оптическому

бюджету

-Специальные коммутаторы

Использование модулей PAM4 для соединения ЦОД до 80 км

В случае, когда количество волокон ограничено, можно использовать модули QSFP28 PAM4, позволяющие работать в сетях DWDM на расстояниях до 80 км. Для этого используется усилитель EDFA и компенсатор дисперсии(DCM). Наличие дополнительного оборудования вызвано тем фактом, что устойчивость PAM4-модулей к дисперсии покрывает расстояние +-5 км, а запас оптического бюджета всего 10 дБ. При этом, используется обычно EDFA preamp, так как 100G-модули плохо относятся к сигналу с уровнем выше +5 дБм.

[Изображение недоступно]

Плюсы

+Доступная цена

+Возможность использовать

имеющуюся DWDM фотонику

Минусы

-Сложность запуска

-Ограничение по дальности

-Установка DWDM модулей

в оборудование заказчика

-Точка отказа EDFA

Использование когерентных CFP2 DCO-модулей для соединения ЦОД

В той ситуации, когда нам необходимо передать по 2 ОВ объем трафика больше 200G, или же расстояние более 80 км, необходимо переходить к решениям с использованием когерентных оптических модулей.

Наиболее популярный на сегодняшний день - это оптический модуль в форм-факторе CFP2 со встроенным DCO.

[Изображение недоступно]

Плюсы

+Доступная цена

+Возможность использовать

имеющуюся DWDM фотонику*

+Возможность использования существующего оборудования с портами CFP2*

Минусы

-Сложность запуска

-Ограничение по дальности

- Установка DWDM модулей в оборудование заказчика

-Точка отказа EDFA*

-Высокое энергопотребление модуля/не во всех моделях может использоваться

-Высокое тепловыделение модуля/не во всех моделях может использоваться

Использование вендорских решений DWDM для соединения ЦОД

Если же объем трафика превышает 200G или же расстояния уже более 80 км, то необходимо рассматривать переход на DWDM-платформы от ведущих производителей оборудования DWDM и когерентной фотоники. На сегодняшний день таких производителей немало и рассматривать мы будем лишь некоторых.

PacketLight

PL-4000T - это модульное и экономичное решение большой емкости для скоростей 400GbE и 100GbE или увеличение емкости существующей сети. Устройство имеет четыре подключаемых оптических аплинка 400G общей емкостью до 1,6 T на шасси 1U. PL-4000T объединяет мультиплексор / демультиплексор, EDFA и OSW. Гибкое и масштабируемое решение по мере роста трафика. Максимальная емкость на 1 шасси - 1,6T*, достигается за счет установки когерентных CFP2-400G-модулей. Таких модулей можно установить в шасси до 4 штук.

Комплект из транспондера PL-4000T с необходимыми лицензиями, когерентными модулями CFP2-400G будет стоить примерно 170 000$, за комплект точка-точка.

[Изображение недоступно]

Ekinops 360

Ekinops 360 - оптическая модульная платформа обеспечивает когерентный оптический транспорт и многоуровневую коммутацию OTN в сочетании с расширенными функциями управления, способными адресовать любые транспортные приложения от DCI до Long-Haul.

Линейка представлена двумя вариантами шасси:

C200 - на 2RU

[Изображение недоступно]

C600 - 6RU

[Изображение недоступно]

В зависимости от количества каналов и матрицы трафика, подбирается наиболее оптимальный вариант шасси и его комплектующие. Данное оборудование, как и все вендорское оборудование, относится к разряду проектных, поэтому будут указаны ориентировочные конфигурации.

Для организации передачи используются модульные карты мукспондера PM 400FR.

Данный мукспондер имеет встроенные линейные порты, которые могут передавать до 600G трафика (при модуляции 64QAM). В качестве линейных портов выступает 6 слотов под оптические модули форм-фактора QSFP28 с поддержкой протоколов 100GbE, OTU4.

Максимально можно установить в C200 400FR – 2шт, итого 1,2 Tb/шасси.

Примерная конфигурация при использовании данного оборудования:

Шасси C600, с платами управления, мультиплексорами, EDFA, мукспондера 400FR а также необходимыми лицензиями будет стоить примерно 150 000€, за комплект точка-точка

SNR-Lambda

[Изображение недоступно]

SNR-Lambda - линейка оборудования с доступными и модульными решениями для большой емкости для скоростей 100GbE и выше. Платформа имеет слоты для установки как мультиплексоров, DCM, Tunable DCM, так и плат EDFA-усилителей и транспондеров/мукспондеров.

Гибкое и масштабируемое решение по мере роста трафика.

При использовании данного решения будут использоваться оптические модули QSFP28 DWDM, работающие с использованием модуляции PAM4. Особенность данной модуляции - высокая чувствительность к дисперсии, что, в свою очередь, обязывает использовать Tunable DCM при расстояниях более 2 км.

Комплект из шасси SNR-Lambda-2U, мультиплексорами, EDFA-усилителями, компенсаторами дисперсии, в том числе и настраиваемого, будет стоить примерно 31 100$ за комплект точка-точка.

Lambda-DCI-1U

[Изображение недоступно]

Lambda-DCI - линейка оборудования с доступными решениями, ориентированная на решения для дата-центров. Максимально возможная емкость на 1U - 1.6T. Данная платформа имеет линейные порты CFP2 для установки оптических модулей, в том числе, и когерентных модулей CFP2-DCO, а также клиентские порты с форм-фактором QSFP28.

Выводы

Мы рассмотрели наиболее популярные и доступные решения соединения ЦОД как на коротких расстояниях с использованием “серых” оптических модулей, так и соединения с использованием когерентных решений. В том случае, когда текущее расположение и количество ОВ позволяет соединять с помощью оптических модулей, такое решение получается наиболее выгодным. Если же необходимо осуществлять соединение на расстояния более 80 км, либо же необходима передача таких протоколов, как, например, FibreChannel, то здесь уже стоит рассматривать переход к вендорским решениям. Стоить также упомянуть, что оборудование от представленных производителей относится к разряду проектных, соответственно набор комплектующих, а также стоимость оборудования отличается от проекта к проекту.

По нашему опыту, стоимость проекта с использованием проектного оборудования превышает по стоимости решения на “серых” модулях, а также с использованием PAM4.