

Выбор скорости сетевого соединения для вашего бизнеса.

Практические размышления

Материалы предоставлены компанией Elko

12 января 2018 г.

Содержание

1 Предисловие	1
2 Тенденции развития высокоскоростных сетевых соединений	2
3 Какие факторы следует учесть при переходе к более высоким скоростям?	3
4 Спецификации 25Gb Ethernet	7
5 Заключение	8

1 Предисловие

Современные центры обработки данных нуждаются в высокой оперативности, достижению которой немало способствуют новые сетевые технологии. Для специалистов, работающих в сфере информационных технологий одним из важных навыков является способность быстро разобраться во всем множестве существующих сетевых стандартов, технологий, скоростей передачи данных, а также в способах коммутации, комбинациях переключателей, кабелей и разъёмов. Все элементы сетевой инфраструктуры должны быть тщательно подобраны в соответствии с предполагаемыми уровнями нагрузки и сценариями использования датацентров.

До недавнего времени основным сценарием повышения производительности сети был переход с Gigabit Ethernet на более высокие скорости 10GbE и 40GbE. Однако с момента утверждения стандарта IEEE 802.3by 25GbE и выхода на рынок коммутаторов 100GbE стал возможен переход и на более высокопроизводительную сетевую инфраструктуру.

С появлением новых технологий задача выбора оптимальной производительности сетевой инфраструктуры отчасти усложнилась. Выбор сетевого оборудования настолько широк и разнообразен, что невозможно однозначно ответить на вопрос о наилучшем сетевом решении с точки зрения скорости передачи данных и пропускной способности сети. Чтобы найти оптимальное сетевое решение, придётся учитывать большое количество различных факторов, прямо или косвенно влияющих на общую производительность центра обработки данных, например:

- С какими затратами связан переход на более высокие скорости сети?
- Есть ли вероятность появления новых узких мест в платформе при обновлении сетевой инфраструктуры?

— Как именно повлияет обновление оборудования на скорость сети и системы хранения данных?

Если ваша сеть работает на скорости 1GbE с использованием экранированных кабелей CAT6A, вы можете перейти на стандарт 10GBASE-T с сохранением существующей кабельной инфраструктуры. При ряде условий также возможен переход на 10GbE соединение без обновления кабельной составляющей существующей оптоволоконной сети. В целом ожидается, что в современных дата-центрах будут сосуществовать сети с разными скоростями, от 1GbE до 100GbE, в зависимости от планируемых уровней нагрузки. Представленные на рынке сетевые адаптеры в большинстве своём поддерживают разные скоростные режимы, имеют общую технологическую базу, поставляются с драйверами и дополнительными утилитами.

2 Тенденции развития высокоскоростных сетевых соединений

Ещё несколько лет назад был доступен лишь ограниченный выбор скоростных сетевых соединений. В настоящее время этот сегмент значительно расширился, в качестве оборудования доступны адаптеры и коммутаторы с поддержкой скорости передачи данных 1/10/25/40GbE, а также 100GbE. На сегодняшний день около 90% рынка сетевых решений представлены оборудованием сегмента 1/10GbE, в то время как на более современное оборудование сегмента 25/40/100GbE приходится оставшиеся 10% от общего числа предложений.

Ожидается, что переход на скорость 25GbE в сегменте *high-end Enterprise* произойдёт быстрее, чем предшествующий переход с 1GbE на 10GbE, но возрастающие требования к пропускной способности сети будут лишь одной из причин. Существенную роль сыграет фактор стоимости предстоящей модернизации, так как ценовая разница между оборудованием 10GbE и 25GbE не настолько велика, чтобы становиться причиной для отказа от более производительных решений. В общем и целом ожидается сосуществование сетей со скоростями от 1GbE до 100GbE внутри центров обработки данных в ближайшем будущем.

Продолжение перехода на 10GbE в сегменте Enterprise

Большая часть рынка сегмента *Enterprise* по-прежнему использует сети 1GbE и будет стремиться перейти на 10GbE в ближайшие 5-6 лет. Датацентры, построенные на базе 1GbE сетей имеют возможность простого и быстрого перехода на 10GBASE-T, поскольку они смогут использовать существующую CAT6A кабельную инфраструктуру для объединения нового оборудования в 10GbE сеть.

Рост сегмента 25GbE в 2018 году

Значительный рост сегмента 25GbE ожидается в 2018 году, однако, согласно прогнозам, поставки 25GbE оборудования количественно превысят сегмент 10GbE не раньше 2021 года. На сегодняшний день скорость 25GbE не является особо востребованной в сегменте *Enterprise* решений, за исключением высоких нагрузок в виртуальной среде и систем хранения данных. Однако благодаря тому, что некоторые 25GbE адаптеры имеют обратную совместимость с 10GbE, их можно использовать как заблаговременную подготовку к переходу на будущую инфраструктуру с использованием 100GbE коммутаторов. Подобный сценарий может быть актуален для предприятий использующих оптоволоконные соединения.

Соединения 40GbE в сегменте Enterprise

Появление в продаже более доступных двухпортовых адаптеров 25GbE вызвало ожидаемое сокращение рынка адаптеров 40GbE, тем не менее этот сегмент будет оставаться актуальным для ряда предприятий, уже построивших сети с использованием 40GbE коммутаторов. Установленный в сервере сетевой адаптер с портом QSFP+ может работать в разных режимах в зависимости от имеющейся конфигурации портов. Возможны как прямые соединения QSFP+ 40gbe to QSFP+ 40GbE, так и соединения QSFP+ 40GbE to 4 × SFP+ 10GbE с использованием *breakout* кабелей. Использование такого сетевого адаптера также позволит уменьшить количество используемых кабелей при подключении сервера по типу 4 x 10GbE.

Консолидированные предложения поставщиков сетевого оборудования

Многие поставщики коммутаторов и другого сетевого оборудования уже сейчас консолидируют свои предложения продуктов. В отличие от недавнего сложного многообразия продуктовых линеек коммутаторов, сейчас многие производители предлагают унифицированные решения с поддержкой 10/25/40GbE и 100GbE. Твинаксиальные кабели стандарта QSFP28 25GbE Direct Attach имеют обратную совместимость с 10GbE SFP+, в то время как твинаксиальные кабели QSFP28 100GbE поддерживают передачу данных стандарта 40GbE SFP+. Благодаря этому унифицированные коммутаторы могут использоваться в датацентрах, обеспечивая широкий выбор поддерживаемых скоростей и интерфейсов подключения.

3 Какие факторы следует учесть при переходе к более высоким скоростям?

Модернизация сетевой инфраструктуры обычно подразумевает увеличение скорости сети путём замены части оборудования на более современное, однако следует учитывать некоторые факторы, также влияющие на эффективность работы сети: имеющиеся типы кабелей и разъёмов, совместимые модели коммутаторов, имеющийся компьютерный парк и т. д. Нужно также принять во внимание, что увеличение скорости сети не только устраняет определённое количество узких мест в инфраструктуре, но также может стать причиной появления новых узких мест, обусловленных увеличением нагрузки на некоторые компоненты сети.

Кабели и разъемы 10GbE

Для сетевых соединений 10GbE используются кабели «витая пара» категории CAT6/6A или CAT7 с разъёмами RJ45, а также медные твинаксиальные кабели или оптоволоконные кабели с подключением через оптические модули.

Большая часть организаций сегмента *Enterprise* продолжает использовать сети 1GbE. Если на предприятии уже проложены сети с использованием кабелей CAT6/6A или CAT7, то наиболее эффективной и низкочатратной будет модернизация сети посредством замены существующих 1 GbE адаптеров на решения семейства Intel Ethernet Converged Network Adapter CNA X550 или Intel Ethernet CNA 710-T4. В этом случае потребуется только заменить адаптеры и коммутаторы.

Кабели и разъемы 25GbE

Для построения полноценной 25GbE сети потребуется использование оптоволоконных кабелей или твинаксиальных медных кабелей с разъёмами SFP28. Интерфейсы подключения SFP+ или

QSFP+ не могут использоваться для построения 25GbE сетей, так как поддерживают максимальную скорость 10GbE. Сетевые адаптеры серии Intel CNA XXV710 имеют разъёмы SFP28. В качестве среды передачи данных могут использоваться медные твинаксиальные кабели или оптоволоконные линии с использованием оптических модулей SFP28 SR/LR согласно стандарту ассоциации IEEE. Длина кабелей может варьироваться в зависимости от наличия или отсутствия поддержки технологии исправления ошибок *FEC* (*Forward Error Correction*). Использование кабелей типа *breakout* позволяет подключить к одному порту QSFP28 до четырёх соединений 25GbE с интерфейсом SFP28.

Если при переходе на 25GbE планируется использовать существующие оптоволоконные линии, то следует уделить внимание вопросу их совместимости, в частности потребуется убедиться, что каждый фрагмент оптоволоконных линий не превышает максимально допустимую длину для передачи сигнала согласно спецификациям *SR-optics*. При использовании существующих твинаксиальных кабелей SFP+ скорость передачи данных составит 10GbE даже если используются сетевые карты и коммутаторы 25GbE.



Рис. 1: Примеры компонентов сети для соединения 25GbE.

Максимально допустимая длина кабеля определяется требуемой скоростью передачи данных и способом передачи сигнала (электрический, оптический).

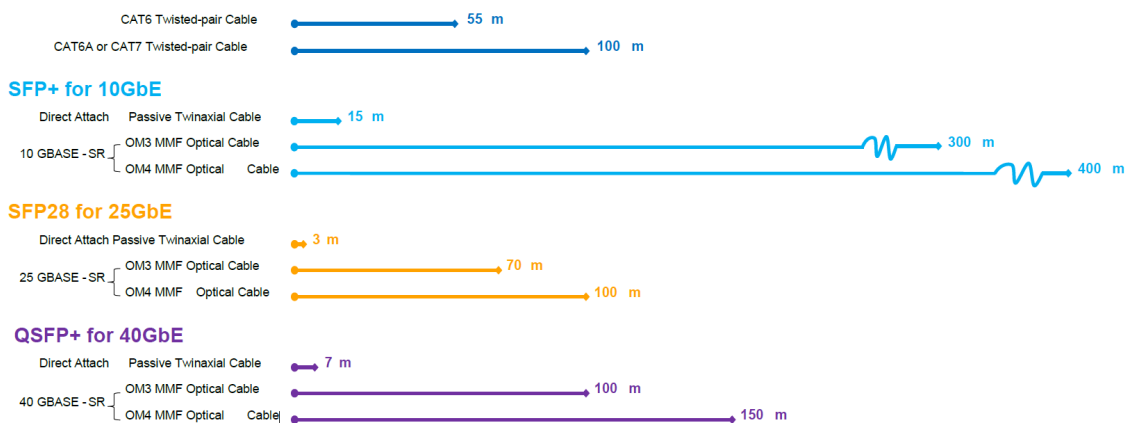


Рис. 2: Характеристики кабелей и поддерживаемые скорости передачи данных.

Переход на стандарт 100GbE в сегменте коммутационного оборудования

Увеличивается ассортимент и доля рынка коммутаторов, совместимых с сетями 25GbE, доступны как решения с портами QSFP28, так и решения с комбинациями портов SFP28 и QSFP28.

Большинство коммутаторов, поддерживающих стандарт 100GbE оснащены портами QSFP28 с поддержкой режимов работы 4×10GbE, 4×25GbE, 1×40GbE или 1×100GbE. Следует отметить также, что по причине широкой применимости нового оборудования теряют свою актуальность коммутаторы, поддерживающие только соединения 10/40GbE, вследствие чего сокращается их производство.

Коммутаторы 100GbE с портами SFP28/QSFP28 представляются наиболее вероятной заменой для решений 10GbE на момент их устаревания в будущем, так как обратная совместимость интерфейса SFP28 с стандартом 10GbE SFP+ позволит осуществить постепенный переход на более высокие скорости без необходимости единовременной замены всей сетевой инфраструктуры. Также большим плюсом является то, что коммутационное оборудование 100GbE поддерживает одновременное использование подключений на разных скоростях (10GbE, 25GbE, 40GbE) как показано на [рисунке 3](#).

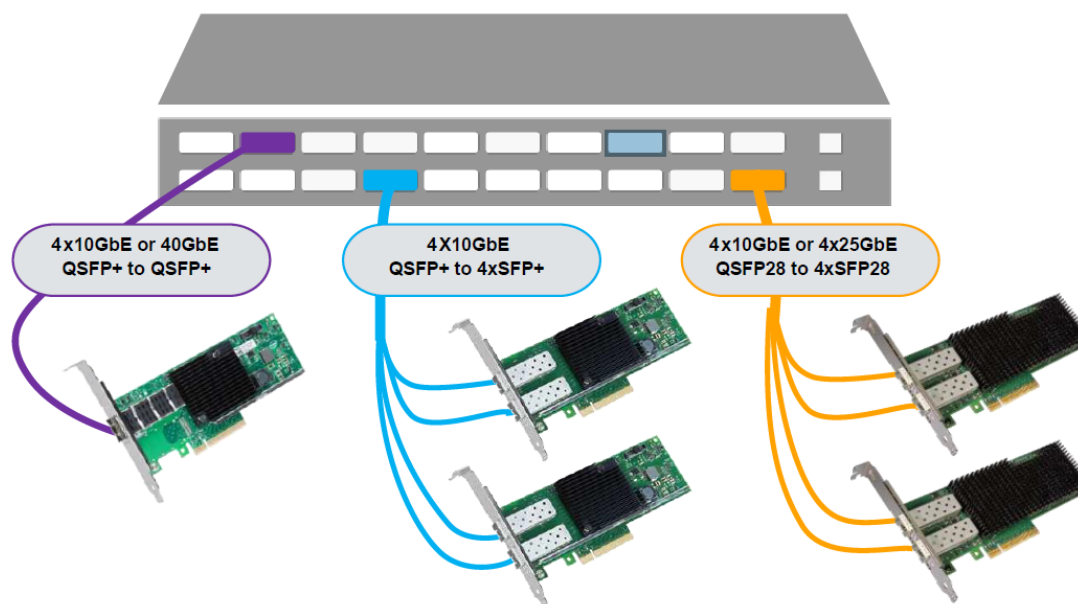


Рис. 3: Конфигурации портов коммутаторов 100GbE.

Влияние модернизации сетевой составляющей на производительность системы

Замена сетевого адаптера на более производительный способствует устранению узких мест в производительности системы, но лишь с точки зрения пропускной способности сети. Если в конфигурации присутствуют классические жёсткие диски, то, вероятнее всего, новым узким местом станет именно дисковая подсистема. Если же в системе используются твердотельные накопители (*SSD, Solid State Drive*), то модернизация сетевой составляющей, безусловно, в несколько раз увеличит скорость работы с данными по сети. Обязательным шагом при переходе к более высоким скоростям является обновление драйверов сетевых устройств, а также обновление версии ПО для удалённого управления.

Увеличение пропускной способности сервера или другого отдельного компонента сети само по себе не увеличит пропускную способность всей сети. Увеличение скорости сети возможно лишь при сбалансированной модернизации, когда улучшаются характеристики всех участников работы с трафиком. Стоит также заметить, что улучшение характеристик сети может стать причиной необходимости модернизации используемых систем хранения данных NAS/SAN. Благодаря поддержке

обратной совместимости устройств допускаются различные варианты постепенчатого улучшения сетевой составляющей.

Варианты перехода на более скоростные сети

Сеть с использованием витой пары CAT6A/CAT7, переход с Gigabit на 10/25 GbE

Медные кабели CAT6A/CAT7 могут использоваться как для Gigabit, так и для 10GbE сетей, поэтому такой переход предполагает только замену сетевых адаптеров и коммутаторов. Одним из бюджетных решений будет использование адаптеров Intel Ethernet CNA X550 или Intel Ethernet CNA X710-T4. Переход с Gigabit на более высокие скорости позволит более эффективно использовать возможности серверной и сетевой виртуализации, таких как консолидация рабочих нагрузок, миграции виртуальных машин, уменьшение количества физических портов (адаптеров) потребляемой мощности датацентра.

При переходе на 25GbE использование кабелей twisted-pair невозможно, поэтому потребуется замена существующей кабельной инфраструктуры на одну из поддерживаемых.

Сеть с использованием оптоволоконных линий, переход с 10GbE на 25GbE

Существующую инфраструктуру оптоволоконных линий можно использовать как для построения 10GbE так и 25GbE сетей. Необходимо учесть такие технические характеристики, как максимально поддерживаемая длина кабеля. При переходе с 10GbE на 25GbE максимальная поддерживаемая длина кабеля уменьшается с 300 метров до 70 метров для кабелей OM3 и с 400 метров до 100 метров для кабелей OM4 (в *multi-mode* режиме). При использовании single-mode режима максимальная поддерживаемая длина линии остаётся неизменной (10 км).

Таблица 1: Максимальная длина оптоволоконных соединений.

Скорость	Multi-mode Fiber (MMF) OM3	Multi-mode Fiber (MMF) OM4	Single-mode Fiber (SMF)
10GbE	до 300 метров	до 400 метров	до 10 км
25GbE	до 70 метров	до 100 метров	до 10 км
40GbE	до 100 метров	до 150 метров	до 10 км

В случае если используются твинаксиальные медные кабели с подключением SFP+, их также можно использовать с адаптерами и коммутаторами 25GbE, однако это переведёт оборудование в режим 10GbE. Для обеспечения скорости 25GbE потребуется заменить кабели с подключением SFP+ на рекомендованные кабели с подключением SFP28. Аналогичные действия потребуются совершить и с подключением QSFP+ to 4×SFP+ (замена на QSFP28-to-4×SFP28).

Таблица 2: Характеристики типов подключения и кабелей.

Способ передачи данных	Семейство Intel® Ethernet Network Adapter	Стандарт IEEE	Скорость	Разъем	Максимальная длина кабеля
10GbE	X550 / X710-T4	10GBASE-T	10Gb/s	RJ45	55m (CAT6A) 100m (CAT6A/CAT7)
10GbE	X520 / X710-DA	10GBASE-CR	10Gb/s	SFP+	15m
Twinaxial Copper		10GBASE-SR			300m (OM3) to 400m (OM4)
Multi-mode Fiber		10GBASE-LR			10km
Single-mode Fiber					
10GbE or 25GbE	XXV710-DA	25GBASE-CR	25 Gb/s	SFP28	3m
Twinaxial Copper		25GBASE-SR			70m (OM3) 100m (OM4)
Multi-mode Fiber		25GBASE-LR			10km
Single-mode Fiber					
4×10GbE or 40GbE	XL710-QDA	40GBASE-CR4	40Gb/s	QSFP+	7m
Twinaxial Copper		40GBASE-SR4			100m (OM3) to 150m (OM4)
Multi-mode Fiber		40GBASE-LR4			10km
Single-mode Fiber					

4 Спецификации 25Gb Ethernet

Пилотные продукты стандарта 25GbE увидели свет до официального выхода спецификации IEEE 802.3by и были основаны на спецификациях *25G Consortium Spec*. В связи с этим многие продукты не соответствовали требованиям IEEE spec, например отсутствовала поддержка автоматического определения типа сети (*auto-negotiation*). Продукция семейства Intel Ethernet Network Adapter XXV710 выполнена в соответствии со стандартами IEEE 802.3by и совместима с оптикой регламентных форм факторов.

Характеристики 25GbE

- позволяет использовать топологию аналогичную 10/40GbE
- стандарт 25GbE использует систему сигналов одиночной полосы 25GbE, разработанную для поддержки 100GbE
- возможно использование как SFP28-SFP28 подключений так и подключений по типу QSFP28-4×SFP28 (*breakout*)
- большинство адаптеров 25GbE также имеют 10GbE режим работы и поддерживают соответствующие стандарты и форм факторы подключения

Заметки по вопросам совместимости сегмента 25GbE

- в настоящее время не все представленные на рынке решения 25GbE соответствуют официальным спецификациям 25Gb Ethernet
- некоторые продукты не поддерживают сервис *AN (auto negotiation) CL-73*, который является обязательной спецификацией кабелей *Direct-Attach*
- ряд продуктов поддерживает только сервис *Consortium AN*, который отличается от спецификации IEEE802.3by
- также может отсутствовать поддержка *FEC (Forward Error Correction)*, которая является обязательной для подключений 25GbE

В адаптерах семейства Intel Ethernet Network Adapter XXV710 реализуется встроенный сервис *Link Establishment State Machine (LESM)*, который позволяет адаптеру поддерживать все типы подключений 25GbE заявленные как в ранних спецификациях *25G Consortium* так и в официальных спецификациях IEEE802.3 by. В настоящее время только сетевая продукция Intel Ethernet имеет встроенный сервис LESM.

5 Заключение

Переход на более высокие скорости Ethernet всегда был связан с определёнными сложностями. Примерно такая же картина наблюдается и сейчас, когда актуальными стали сетевые стандарты 10/25/40 GbE. Кроме расходов на новые сетевые адаптеры, в большинстве случаев требуется также учесть расходы на необходимую модернизацию кабельной инфраструктуры и коммутаторов. Критически важным становится понимание, какой тип модернизации необходим для каждого сегмента сети и какие расходы с этим связаны.

Для перехода с Gigabit Ethernet на более высокие скорости есть несколько опций, каждая со своим уровнем сложности и связанных затрат. Самым простым и бюджетным способом представляется использование существующей кабельной составляющей twisted-pair CAT6/6A/CAT7.

Согласно прогнозам группы Dell'Oro (www.delloro.com), самые сильные позиции в сегменте *Enterprise* в ближайшее время будет занимать сегмент 10GbE, тогда как решения 25GbE останутся опциональными. Возможность поступенчатого обновления оборудования позволит совершить плавный переход к более высоким скоростям, временно используя комбинации подключений 10GbE — 25GbE благодаря обратной совместимости новых решений со стандартами предыдущих поколений.

В течение следующих нескольких лет, согласно прогнозам, будет уменьшаться доля рынка решений 40GbE. Тем не менее, адаптеры, поддерживающие 4 полнодуплексных канала 10GbE в

одном QSFP+ подключении, могут быть использованы для экономии количества портов, кабелей с одновременным увеличением скоростей передачи данных.

При всем многообразии подключений и скоростей, наиболее рациональным представляется выбор сетевых продуктов, способных обеспечить высокую производительность при передаче данных и совместимых с наибольшим количеством вариантов скорости и типа подключения. Такими решениями могут стать адаптеры Intel Ethernet Network Adapter серии 700 с поддержкой 10/25GbE или 10/40GbE.

Адаптеры Intel Ethernet Network Adapter серии 700 и опции

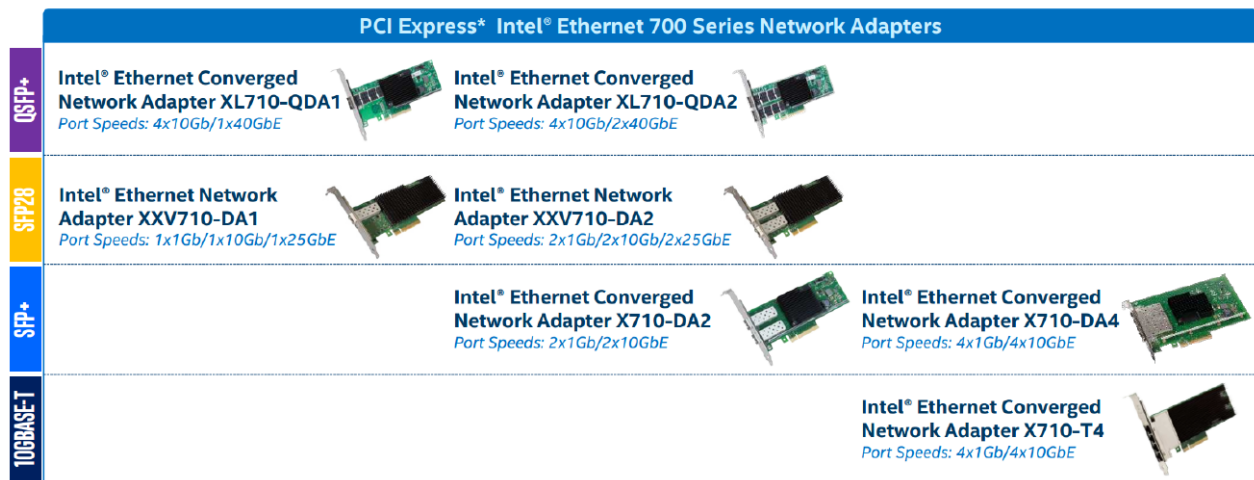


Рис. 4: Адаптеры Intel Ethernet Network Adapter серии 700.

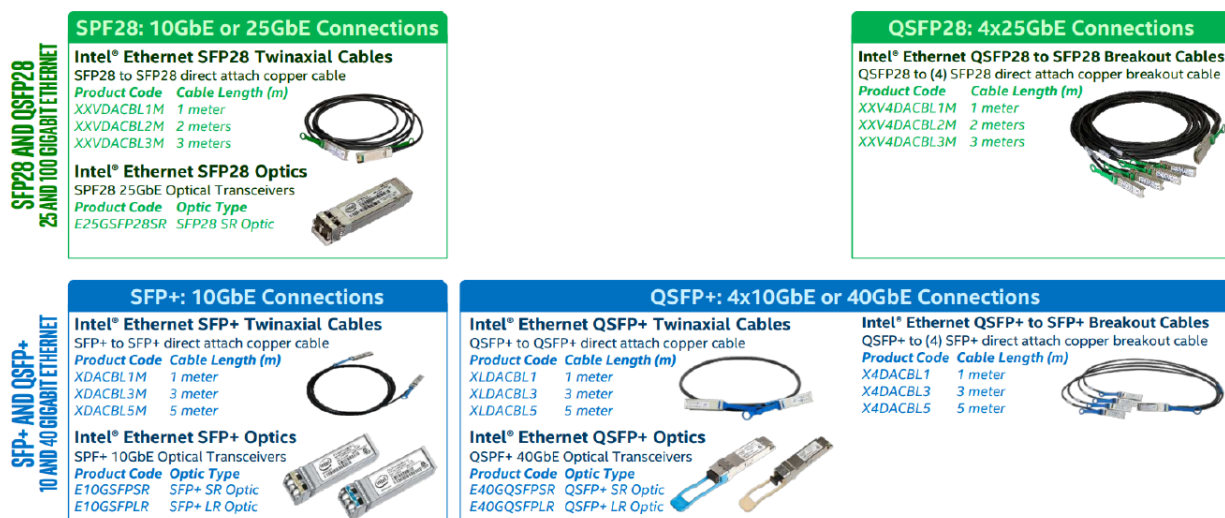


Рис. 5: Опции для сетевых адаптеров Intel серии 700 (Подробнее см. на [сайте Intel](#)).