

DAC/AOC

МЕДНЫЕ/АКТИВНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ КАБЕЛИ

Краткое описание

Версия 1.0

© НАТЕКС, 2026

Права на данный документ принадлежат НАТЕКС. НАТЕКС, предоставляя в данном документе максимально точную информацию, не несет никакой ответственности за возможные несоответствия и оставляет за собой право вносить изменения в настоящее руководство без предварительного уведомления заказчиков. При несоответствии настоящего документа фактическому состоянию продукта, заказчик может получить обновления, направив запрос по адресу help@nateks.ru.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1.	ВВЕДЕНИЕ	4
2.	DAS— МЕДНЫЕ КАБЕЛИ ПРЯМОГО ПОДКЛЮЧЕНИЯ	5
	2.1. Общее описание:	5
	2.2. Принцип работы и технология	5
	2.3. Основные характеристики	5
3.	AOC — АКТИВНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ КАБЕЛИ	6
	3.1. Общее описание:	6
	3.2. Принцип работы и технология	6
	3.3. Основные характеристики	6
4.	СРАВНЕНИЕ DAS И AOC	7

1. ВВЕДЕНИЕ

Кабели DAC (Direct Attach Copper) и AOC (Active Optical Cable) представляют собой готовые решения для высокоскоростного соединения коммутаторов, маршрутизаторов, серверов и систем хранения данных внутри центров обработки данных (ЦОД). Они используют стандартизированные форм-факторы трансиверов (SFP+, SFP28, QSFP+, QSFP28), но кардинально отличаются по физической среде передачи сигнала.

2. DAC— МЕДНЫЕ КАБЕЛИ ПРЯМОГО ПОДКЛЮЧЕНИЯ

DAC - Direct Attach Copper.

2.1. Общее описание:

DAC — это экономичные и энергоэффективные кабели на основе медной витой или двухосной (Twinaх) пары. Они предназначены для сверхкоротких дистанций: соединения оборудования внутри одной стойки или между соседними стойками.

2.2. Принцип работы и технология

В основе DAC лежит передача электрического сигнала напрямую по медному кабелю.

- Пассивная технология (Passive DAC): Кабель не содержит активных электронных компонентов для усиления или ретрансляции сигнала. Разъемы на концах кабеля представляют собой механические корпуса с микросхемой EEPROM (для идентификации оборудования) и пассивными элементами для согласования импеданса.
- Отсутствие преобразований: Сигнал не преобразуется из электрического в оптический и обратно. Это обеспечивает нулевую задержку (латентность) и минимальное энергопотребление (кабель не требует питания для работы линков).
- Экранирование: Для защиты от перекрестных наводок и электромагнитных помех (EMI) используется качественное экранирование, что позволяет достигать заявленных скоростей на коротких дистанциях.

2.3. Основные характеристики

- Поддерживаемые скорости и форм-факторы:
 - 10G: SFP+ (до 10 м)
 - 25G: SFP28 (до 5 м)
 - 40G: QSFP+ (до 7 м, включая спецификации для 2-метровых патчкордов)
 - 100G: QSFP28 (до 5 м, включая спецификации для 2-метровых патчкордов)
- Стандарты: Поддержка Ethernet (10GBASE-CR, 25GBASE-CR, 40GBASE-CR4, 100GBASE-CR4) и протоколов InfiniBand (SDR, DDR, QDR, FDR, EDR) и Fibre Channel.
- Питание: Однополярное 3.3В (берут минимум энергии от порта коммутатора).

Преимущества: Самая низкая стоимость, максимальная надежность (нет хрупкого стекла), нулевая задержка, совместимость с 2-метровыми локальными коммутационными патчкордами (Local Cable 2M).

3. АОС — АКТИВНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ КАБЕЛИ

AOC - Active Optical Cable/

3.1. Общее описание:

АОС — это кабели, объединяющие в себе оптоволоконный шнур и встроенные в коннекторы приемо-передающие модули. Они используются как современная альтернатива медным кабелям, когда требуются большие расстояния, меньший вес или работа в условиях сильных электромагнитных помех.

3.2. Принцип работы и технология

В отличие от DAC, АОС передает данные с помощью света (оптического сигнала).

- Активная технология: На концах кабеля, внутри стандартных коннекторов (SFP/QSFP), физически встроены миниатюрные оптические трансиверы.
- Преобразование сигнала: Электрический сигнал от коммутатора попадает в коннектор АОС, где с помощью VCSEL-лазеров (излучатели с вертикальной структурой) преобразуется в оптический сигнал (длина волны 850 нм). Свет проходит по многомодовому оптическому волокну, принимается на другом конце PIN-фотодиодом и снова преобразуется в электрический сигнал.
- Невидимость для помех: Поскольку данные передаются светом, кабель абсолютно невосприимчив к электромагнитным помехам (EMI) и не создает их сам. Это позволяет прокладывать кабели вплотную к силовым линиям.
- Оптимизация потока: В многоканальных версиях (40G и 100G) используется параллельная передача данных по 4 независимым оптическим волокнам (дуплексным каналам).

3.3. Основные характеристики

На основе спецификаций.

- Поддерживаемые скорости и форм-факторы:
 - 10G (SFP+): До 150 м (OM3)
 - 25G (SFP28): До 70 м (OM3) / 100 м (OM4)
 - 40G (QSFP+): До 100 м (OM3)
 - 100G (QSFP28): До 70 м (OM3) / 100 м (OM4)
- Стандарты: IEEE 802.3ae/40GbE/100GbE, InfiniBand, Fibre Channel.
- Питание: Требуется больше энергии, чем DAC (от <1 Вт для 10G до 2.5 Вт для 100G), так как необходимо питать встроенные лазеры и фотодиоды.

Преимущества: Значительно больший радиус действия, малый вес и диаметр кабеля (удобно для кабельной организации), отличная вентиляция оборудования (не перекрывает воздушный поток), высокая целостность сигнала.

4. СРАВНЕНИЕ DAC И AOC

Характеристика	DAC (Медный)	AOC (Оптический)
Физическая среда	Медь (Twinaх)	Многомодовое оптоволокно (850 нм)
Тип передачи	Электрический сигнал	Оптический сигнал (свет)
Тип кабеля	Пассивный (без усиления)	Активный (с преобразованием сигнала)
Максимальная дистанция	До 5–10 метров (в зависимости от скорости)	До 100–150 метров
Задержка (Latency)	Практически нулевая	Минимальная (задержка на преобразование)
Вес и гибкость	Тяжелый, жесткий (особенно 40G/100G)	Очень легкий и гибкий
Влияние помех (EMI)	Требует экранирования	Абсолютная невосприимчивость
Энергопотребление	Очень низкое (< 0.5 Вт)	Среднее (1.0 – 2.5 Вт)
Стоимость	Низкая (самый дешевый вариант)	Средняя (дешевле отдельных трансиверов и патчкордов)
Идеальный сценарий	Соединение "Top-of-Rack" коммутатора с серверами в той же стойке.	Соединение между соседними стойками или в условиях плотной коммутации, где важен вес и гибкость.

Примечание: Все описанные компоненты соответствуют экологическому стандарту RoHS, поддерживают функцию "горячего подключения" (Hot-pluggable) и используют 2-проводной интерфейс (I2C) для цифрового мониторинга диагностики (DOM/DDM) в соответствии со стандартами SFF-8472 / SFF-8636.