

# Разъемы ODU для передачи данных

М. Самойлова<sup>1</sup>

УДК 621.315 | ВАК 05.27.00

Читателям журнала известно о продукции компании из баварского города Мюльдорф-на-Инне. В данной статье рассказывается о возможностях разъемов ODU разного типа, в том числе и новинок, которые применяются для организации скоростной передачи данных.

**П**ока существует проводная передача данных, сохраняется и потребность в качественных соединителях. Ассортимент выпускаемой компанией ODU продукции позволяет выбрать решение, оптимальное как по конструкции, габаритам, так и по цене.

**Модульная система ODU-MAC** объединяет три серии соединителей: ODU-MAC White-Line, ODU-MAC Silver-Line и ODU-MAC Blue-Line (рис. 1). В рамку набираются модули различных типов (иногда такие разъемы называются наборными), причем они комбинируются в заданном работчиками порядке. Таким образом, предоставляется полностью индивидуальное решение, оптимизированное под конкретную задачу. Бескорпусный вариант для автоматизированного соединения может быть реализован с помощью разъемов ODU-MAC Silver-Line или ODU-MAC Blue-Line.

Для корпусного варианта выбирают между ODU-MAC White-Line и ODU-MAC Blue-Line. Основное отличие двух последних линий заключается в фиксации модулей в рамке. Конструкция **ODU-MAC White-Line** обеспечивает вибрационную стойкость соединителя (модули армированы стекловолокном и нанизываются на рамку, чтобы собрать или разобрать разъем, понадобятся инструменты). При этом *монтаж и демонтаж* модулей **ODU-MAC Blue-Line** в рамку выполняется *без инструментов* – путем защелкивания. Из-за наличия защелки невозможно использовать армированный пластик в качестве материала модуля.

Рамки стандартизованы по ширине, длина меняется с шагом (Unit). Соответственно и длина модуля измеряется в Unit. Для ODU-MAC White-Line и ODU-MAC Silver-Line 1 Unit = 2,54 мм, а для ODU-MAC Blue-Line 1 Unit = 2,5 мм.

Существуют четыре стандартных типоразмера корпусов: для ODU-MAC

Blue-Line – 12, 18, 26 и 37 Unit, для ODU-MAC White-Line – 10, 16, 24 и 34 Unit. Максимальное количество контактов в модуле длиной 1 Unit равно 10, поэтому стандартные решения позволяют получить в одном корпусе до 370 и 340 контактов соответственно (есть корпуса со сдвоенными рамками, в них количество контактов больше в два раза).

Интересно, что в бескорпусных решениях ODU-MAC Silver-Line длина рамки выбирается заказчиком исходя из нужной конфигурации, из диапазона 3...60 Unit, тогда как для ODU-MAC Blue-Line длина рамки из того же размерного ряда, что и в корпусном исполнении: 12, 18, 26 и 37 Unit.

Важно, что ресурс соединителей ODU-MAC White-Line и ODU-MAC Silver-Line со слаботочными контактами не менее **100 000 циклов соединений**, а вставок для скоростной передачи данных – 10 000–60 000, тогда как для ODU-MAC Blue-Line – 5 000–10 000 циклов, в зависимости от выбранного модуля.

Рассмотрим некоторые конструктивные варианты модульных разъемов в корпусном исполнении, в частности **шпиндельное соединение** (рис. 2). Поступательно-вращательное движение сменного шпинделя обеспечивает легкость коммутации, в том числе разъемов с большим количеством контактов (разницу в прикладываемом усилии легко понять, сравнив такое изделие



Рис. 1. Модульные разъемы ODU-MAC®

<sup>1</sup> Представитель компании ODU в России, странах СНГ, Латвии и Литве; marina.samoylova@odu.ru.

и разъем с традиционной скобой). О правильной коммутации по завершении соединения свидетельствует звук щелчка. Шпindelное соединение представлено как в металлическом, так и пластиковом корпусе.

Недавно в ассортименте ODU появились шпindelные разъемы **ODU-MAC RAPID** из двух частей в пластиковом корпусе (в максимально возможном размере 4), сокращающие время сборки в два раза (рис. 3). С помощью дополнительных решеток внутри корпуса можно зафиксировать провода, а гибкий кабельный вывод легко подогнать под нужный диаметр кабеля. Уровень защиты такого разъема – IP4X. Во избежание неправильной коммутации ODU-MAC Rapid снабжен шестью дополнительными ключами за счет модуля шпindelля, а также штырями-направляющими на рамке.

Другая разработка конструкторов ODU, получившая из-за габаритов название **ODU-MAC® ZERO**, удостоилась главной премии в области дизайна German Design Award 2018 (рис. 4). Здесь модули от ODU-MAC White-Line нанизываются непосредственно на направляющие внутри пластикового корпуса с защелкой Snap-In и функцией аварийного отсоединения. Можно использовать сигнальные, силовые, волоконно-оптические вставки и вставки для



Рис. 2. Модульный разъем **ODU-MAC® White-Line** со шпindelным соединением

передачи данных с максимальной длиной 9 Unit. Данная конструкция предусматривает возможность кодирования,

Таблица 1. Технические характеристики модульных разъемов ODU-MAC® White-Line, ODU-MAC® Silver-Line и ODU-MAC® Blue-Line

	ODU-MAC® White-Line и ODU-MAC® Silver-Line				ODU-MAC® Blue-Line		
	5	6	7	8	6	6	7
Передача данных по протоколу	USB® 2.0 <sup>1</sup> USB® 3.1 Gen1 <sup>1</sup> Ethernet <sup>1</sup> (CAT 5 <sup>1</sup> )	USB® 2.0 <sup>1</sup> USB® 3.1 Gen1 <sup>1</sup> Ethernet <sup>1</sup> (CAT 5 <sup>1</sup> )	HDMI® 1.3 <sup>1</sup> Ethernet <sup>1</sup> (CAT 5 <sup>1</sup> , CAT 6 <sub>A</sub> <sup>1</sup> )		USB® 2.0 <sup>1</sup> Ethernet <sup>1</sup> (CAT 5 <sup>1</sup> )	USB® 2.0 <sup>1</sup> USB® 3.1 Gen1 <sup>1</sup> Ethernet <sup>1</sup> (CAT 5 <sup>1</sup> )	RJ45 Ethernet <sup>1</sup> (CAT 5 <sup>1</sup> , CAT 6 <sub>A</sub> <sup>1</sup> )
Длина модуля, Unit	5	6	7	8	6	6	7
Вставок в модуле	2	2	1	1	2	1	1
Экранированные вставки	2...10 контактов	2...14 контактов	4, 8, 16 контактов	10...30 контактов	2...14 контактов	2...14 контактов	
Ресурс, циклов соединений	>10 000	>10 000, >60 000 с контактами ODU SPRINGTAC	>10 000, >60 000 с контактами ODU SPRINGTAC	>10 000	>10 000	>10 000	>5000
Пример модуля							

<sup>1</sup> Данные разъемы ODU могут передавать данные в соответствии с такими протоколами, как HDMI® 1.3, USB® 2.0, USB® 3.1 Gen1, Ethernet, CAT 5, CAT 6<sub>A</sub>, не являясь разъемами стандартов HDMI®, USB®, Ethernet и CAT.



Рис. 3. Модульный разъем ODU-MAC® RAPID

обеспечивает малое усилие смыкания и размыкания, а также фиксацию и разгрузку кабеля от натяжения.

Напомним о возможности *сконфигурировать* любой модульный разъем в режиме онлайн на сайте [www.odu.ru](http://www.odu.ru) (в разделе модульных соединителей).

После описания структуры модульных разъемов и различий изделий трех серий рассмотрим их возможности по скоростной передаче данных. Широкий выбор таких разъемов предоставляют серии **ODU-MAC® White-Line** и **ODU-MAC® Silver-Line**. Основные характеристики (количество ВЧ-контактов в модуле, максимальная частота, ресурс, размер в Unit, магнитные свойства) этих изделий представлены в табл. 2.

Возможности модульных соединителей по скоростной передаче данных указаны в табл. 1.

ведущими мировыми производителями. Заказчики, для которых количество циклов соединений подчас некритично, тем не менее, выбирают их для изделий спецтехники (радаров, транспортных роботов, роботов-манипуляторов и т. п.) из-за надежности. Но так как модульные разъемы нельзя назвать миниатюрными, для скоростной передачи данных в случае малогабаритных изделий компания ODU предлагает цилиндрические разъемы:

- с защелкой или разрывные:
  - ODU MINI-SNAP серий L, K, B, F;
  - ODU AMC;
  - ODU AMC High-Density;
- резьбовые:
  - ODU Threaded Connectors.

Таблица 2. Возможности модульных разъемов ODU-MAC® по передаче ВЧ-сигналов

Характеристики модулей с ВЧ-вставками	
<b>ODU-MAC® Silver-Line/ ODU-MAC® White-Line</b>	4 × 50 Ом / 1,3 ГГц / 60 000 циклов / 3 Unit / немагнитные
	2 × 50 Ом SMA / 9,0 ГГц / 100 000 циклов / 5 Unit
	2 × 50 Ом / 2,4 ГГц / 100 000 циклов / 5 Unit
	2 × 50 Ом / 2,8 ГГц / 100 000 циклов / 5 Unit / немагнитные
	2 × 75 Ом / 3,0 ГГц / 100 000 циклов / 5 Unit
<b>ODU-MAC® Blue-Line</b>	4 × 50 Ом / 2,8 ГГц / 10 000 циклов / 3 Unit
	2 × 50 Ом / 4,0 ГГц / 10 000 циклов / 5 Unit
	2 × 75 Ом / 2,7 ГГц / 10 000 циклов / 5 Unit
	1 экран, вставка (до 1 Гбит/с) + 1 × 50 Ом / 4,0 ГГц / 10 000 циклов / 6 Unit
	1 экран, вставка (до 1 Гбит/с) + 1 × 75 Ом / 2,7 ГГц / 10 000 циклов / 6 Unit



Рис. 4. Модульный разъем ODU-MAC® ZERO с кабельным выводом под 45°

Представляя разъемы с защелкой Push-Pull или с системой аварийного отсоединения Break-Away [1], следует сравнить ODU AMC и ODU MINI-SNAP. ODU AMC – это разъемы для носимой аппаратуры, выпускаемой для программ перевооружения «Солдат будущего», изначально спроектированные в соответствии с военными нормами. Несмотря на успешное применение ODU MINI-SNAP



Рис. 5. Модуль ODU-MAC® Blue-Line с комбинированными вставками

в изделиях специального назначения, они разрабатывались для обычных условий эксплуатации.

Тем не менее разъемы чаще используемых серий ODU MINI-SNAP L и K специально для российского рынка успешно прошли испытания на работоспособность в диапазоне –55...125 °С (2 000 циклов соединений).

Вставки для скоростной передачи данных представлены в следующих типах соединителей ODU AMC:

- ODU AMC (Push-Pull и Break-Away);
- ODU AMC High-Density.

ODU AMC (Push-Pull и Break-Away) выполнены в облегченном корпусе из алюминиевого сплава (по сравнению с ODU MINI-SNAP разница в весе может достигать

Таблица 3. Доступные вставки для передачи данных в разных размерах разъемов серий ODU AMC® и ODU MINI-SNAP®

Серия	USB® 2.0 <sup>1</sup>		Ethernet <sup>1</sup>				USB® 3.1 Gen1 <sup>1</sup>	HDMI® 1.3 <sup>1</sup>	Комбинированные вставки
	100 Мбит/с кабель CAT 5 <sup>1</sup>	1 Гбит/с кабель CAT 5 <sup>1</sup>	100 Мбит/с кабель CAT 6 <sub>A</sub> <sup>1</sup>	10 Гбит/с кабель CAT 6 <sub>A</sub> <sup>1</sup>	100 Мбит/с кабель CAT 6 <sub>A</sub> <sup>1</sup>	10 Гбит/с кабель CAT 6 <sub>A</sub> <sup>1</sup>			
Количество контактов	4	4	8	4	8	8			
ODU MINI-SNAP® L, K, B	0, 1	0, 1	1	2	2	2	10 контактов, размер 0		
ODU MINI-SNAP® F			1,5						
ODU AMC®	0	0, 1	1; 1,5	2	2	2			
ODU AMC® High-Density	00					16 контактов, размер 0, 5 Гбит/с	12 контактов, размер 0	27 контактов, размер 1	USB® 2.0 <sup>1</sup> + Power (9 контактов, 0) USB® 3.1 Gen1 <sup>1</sup> + Power (12 контактов, 0)



Рис. 6. Примеры разъемов **ODU AMC®** (в сборе с кабелем и без) и **ODU AMC® High-Density**

60%), а разъем с высокой плотностью контактов ODU AMC High-Density (рис. 6) – из латуни, финишное покрытие всех разъемов ODU AMC – черный небликующий рутений (в переводе с латыни значит Россия). Соответствие военным стандартам подразумевает и расширенный температурный диапазон: –51...125 °С. Почему –51 °С, а не –55 °С? Здесь учтены границы климатических зон, принятые в западных странах. На самом деле разъемы тестировались на актуальные для наших заказчиков –55 °С.

Разъемы с высокой плотностью контактов ODU High-Density обеспечивают разрывное соединение, так как механизм защелки требует больших габаритов для обеспечения прочности, тогда как приоритет для данной серии (что следует из названия) – минимальные габариты при максимальном количестве контактов: диаметр 40-контактного кабельного разъема – 16,8 мм, а 7-контактного – 9,8 мм. Интересны комбинированные вставки ODU AMC High-Density, например USB® 2.0<sup>1</sup> + питание (9 контактов, питание – 5 А/контакт) и USB® 3.1 Gen<sup>1</sup> + питание (12 контактов, питание – 5 А/контакт). ODU предлагает и готовые патч-корды различных видов с разъемами данной серии:

- 4 контакта, USB® 2.0<sup>1</sup> с ключом B;
- 12 контактов, USB® 3.1 Gen<sup>1</sup> – с ключом C;
- 16 контактов, Ethernet<sup>1</sup> – с ключом B;
- 27 контактов, HDMI® 1.3<sup>1</sup> – с ключом B [2].

В статье не рассмотрены разъемы с простой очисткой контактов ODU AMC Easy-Clean из-за отсутствия в них высокоскоростных вставок.

Поскольку в ODU AMC (Push-Pull и Break-Away) и ODU MINI-SNAP стоят одни и те же контактные вставки для передачи данных, целесообразность выбора той или иной серии зависит от условий эксплуатации, требований к весу, экранированию (у ODU AMC оно лучше, в том числе благодаря конструктивным особенностям и заделке), габаритам, цене и т. д.

Следует отметить принципиальное различие в заделке кабельной части. Если разъемы ODU MINI-SNAP можно

смонтировать на кабель по месту, например на корабле, то для ODU AMC такой монтаж может оказаться проблематичным (рис. 7). Лучший вариант – использование технологии *overmolding*, то есть формовки литьем под давлением. Таким способом можно получить нужный угол отведения кабеля и, соответственно, оптимизировать компоновку устройства; место выхода кабеля также можно оформить в произвольном цвете (необязательно черном, что актуально для аппаратуры скрытого ношения).

Кроме этого способа, можно использовать технологии термоусаживания и полимеризации [3].

Отметим, что конструкция ODU AMC подразумевает наличие совмещенного цветового и механического кодирования (5 пазов в четырех вариантах, каждому соответствует свой цвет – бежевый, зеленый, синий и красный), что облегчает соединение вслепую и сокращает время на принятие решения при коммутации. Данные на доступные вставки таких разъемов приведены в табл. 3.

Руководствуясь данной таблицей, следует учитывать, что в серии ODU AMC High-Density представлены разъемы с функцией аварийного отсоединения Break-Away (разрывные).

Несмотря на широкий выбор и преимущества, которые предоставляет соединение «защелка», некоторые заказчики предпочитают устройства с более привычным соединением. Именно поэтому недавно в ассортименте ODU появилась серия резьбовых разъемов



Рис. 7. Примеры кабельных сборок: традиционная заделка кабеля с **ODU MINI-SNAP® K** и заделка формовкой под давлением с разъемами **ODU AMC®**



Рис. 8. Разъемы ODU Threaded Connector

**ODU Threaded Connectors** (рис. 8) по MIL-стандартам с трещоточным механизмом и фиксацией в пол-оборота. В отличие от упомянутых цилиндрических разъемов, количество циклов соединений составляет не 5000, а 2000. Пока доступны два типоразмера с двумя ключами и с количеством контактов от 4 до 26. С учетом специфики применения таких разъемов военными, уровень защиты равен IP68, расширенный температурный диапазон составляет  $-51...125$  °C. Данные разъемы обеспечивают экранирование  $360^\circ$ , выполнены в черном неблужущем алюминиевом корпусе и отличаются высокой стойкостью к ударам и вибрации.

В серии ODU Threaded Connectors доступны вставки для передачи данных по протоколу Ethernet<sup>1</sup> (4 витые пары до 1 Гбит).

Что касается габаритов, то диаметр приборной части в зависимости от размера составляет 18.9 и 28 мм.

Мы рассмотрели стандартные решения для скоростной передачи данных с помощью разъемов ODU.

\*\*\*

В заключение стоит напомнить о возможности заказа не только разъемов, но и кабельных сборок на их основе. На производстве ODU выполняют сборки любой сложности (сборка разъема ODU-MAC с экранированными и ВЧ-модулями, например, зачастую непростая задача).

Что касается цилиндрических разъемов с защелкой, то ряд таких решений появился в результате разработок под конкретные потребности заказчиков компании.

Возможно, следующая новинка ODU позволит решить ваши задачи?

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Самойлова М.** Тонкости выбора разъемов ODU MINI-SNAP® // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2018. № 2. С. 142–148.
2. **Самойлова М.** Разъемы ODU для техники специального назначения // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2016. № 6. С. 52–56.
3. **Самойлова М.** Системные решения ODU: все от одного поставщика // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2017. № 5. С. 62–67.

## НОВЫЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ТЕХНОСФЕРА»



Цена 1600 руб.

### НАСТОЛЬНАЯ КНИГА ИНЖЕНЕРА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ СВЧ-УСТРОЙСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРЕДОВЫХ МЕТОДИК ВЕКТОРНОГО АНАЛИЗА ЦЕПЕЙ

Дансмор Джоэль П.

Издание осуществлено при поддержке Keysight Technologies

За последнюю четверть века в радиоэлектронной промышленности произошли революционные изменения, и немаловажную роль в этих переменах сыграла техника сверхвысоких частот. Успех разработки устройств СВЧ-диапазона непосредственно связан с качеством и широтой возможностей по анализу их параметров. Автор книги – инженер-разработчик с 30-летним стажем – работал над широчайшим кругом измерительных задач в СВЧ-диапазоне: от компонентов сотового телефона до спутниковых мультиплексоров.

Написанная им книга – это совокупность основ и передового опыта, теории и практики, в центре внимания которой – измерения активных и пассивных устройств с использованием новейших методик векторного анализа цепей, в том числе конфигурации современных векторных анализаторов цепей, методики их калибровки, подходы к анализу полученных результатов измерений, неопределенностей и составляющих систематической погрешности. Значительная часть книги посвящена описанию наглядных практических примеров измерений параметров таких устройств, как кабели и соединители, линии передачи, фильтры, направленные ответвители, усилители и смесители, балансные устройства и пр.

Книга станет прекрасным практическим руководством для инженеров-метрологов и разработчиков ВЧ/СВЧ-устройств.

М.: ТЕХНОСФЕРА,  
2018. – 736 с.  
ISBN 978-5-94836-505-3

### КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ +7 495 234-0110; 📠 +7 495 956-3346; [knigi@technosphera.ru](mailto:knigi@technosphera.ru), [sales@technosphera.ru](mailto:sales@technosphera.ru)