

# МОДУЛЬНАЯ СИСТЕМА ODU-MAC: ЕЩЕ БОЛЬШЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ

М. Самойлова, [marina.samoylova@odu.ru](mailto:marina.samoylova@odu.ru) Представитель компании ODU в России, странах СНГ, Латвии и Литве

УДК 621.315  
ВАК 05.27.00

Модульные (наборные) разъемы – мечта разработчика, своего рода конструктор, позволяющий создать разъем в точном соответствии с поставленной задачей. Индивидуальное решение собирается из стандартных модулей, перечисленных в каталоге. Благодаря высокому качеству, надежности и модульности разъемы находят широкое применение в контрольно-измерительной аппаратуре, медицинской и военной технике. Компания ODU – бесспорный лидер на рынке электрических соединителей.

В конце 2016 года ODU провела ребрендинг модульных разъемов. Обновленную продукцию компания представила на выставке "Электроника" в Мюнхене. В связи с этим интересно сравнить три линейки семейства ODU-MAC:

- ODU-MAC Silver-Line,
- ODU-MAC White-Line и
- ODU-MAC Blue-Line

В предыдущих выпусках журнала [1–4] уже рассматривались разъемы ODU-MAC, которые теперь разделены на серии:

- ODU-MAC Silver-Line – бескорпусные (для автоматизированных соединений);
- ODU-MAC White-Line – в корпусе (для соединения вручную).

Сравнительные характеристики модульных разъемов ODU-MAC (с учетом появления разъемов ODU-MAC Blue-Line) приведены в табл. 1.

Начнем с определения. Модульным называется разъем, позволяющий набрать в рамку модули с разными контактными вставками из представленного в каталоге набора. Рамки с модулями используют либо как самостоятельные изделия, либо совместно с корпусами. Бескорпусное решение применяется в основном для автоматизированных и стыковочных соединений, например, в тестовой и испытательной аппаратуре

с повышенными требованиями к ресурсу. Разъемы в корпусе предназначены для соединения вручную, где важна эргономика, а количество циклов часто не критично.

**Бескорпусные решения** возможны в ODU-MAC Silver-Line и ODU-MAC Blue-Line. Разъемы ODU-MAC Silver-Line бывают только бескорпусными и обеспечивают по сравнению с ODU-MAC Blue-Line больший ресурс и выбор рамок. Всего имеется шесть типов рамок длиной от трех до 60 юнитов (1 юнит = 2,54 мм). В любом случае ширина рамки фиксирована (37 мм), меняется только ее длина.

Типы рамок:

- ODU-MAC S (Standard);
- ODU-MAC L (Large);
- ODU-MAC M+ (Mini);
- ODU-MAC P+ (Power);
- ODU-MAC T (Transverse);
- ODU-MAC QCH (Quick change head).

Таблица 1. Основные характеристики модульных разъемов ODU-MAC

| Характеристики                             | Серии разъемов  |                                 |   |
|--|---|---------------------------------|---|
|  | ODU-MAC® Silver-Line  | ODU-MAC® White-Line             | ODU-MAC® Blue-Line  |
| Количество циклов соединений               | >100 000  | >100 000                        | >10 000   |
| Назначение по принципу соединения          | Для автоматизированных и стыковочных соединений                               | Для соединения вручную          | Для автоматизированных и стыковочных соединений<br>Для соединения вручную |
| Возможности автоматизированного соединения | 6 типов рамок, выбор длины рамки (3–60 юнитов), наличие быстросменной головки | -                               | 1 тип рамки, 4 размера (12–37 юнитов)                                     |
| Виды соединений                            |   | Шпindelъ, скоба, SNAP-IN (ZERO) | Шпindelъ, скоба   |
| Материал корпуса                           | -   | Пластик, металл                 | Пластик, металл   |
| Корпус с разгрузкой кабеля                 | +   | -                               | +   |
| Наивысшая плотность контактов на рынке     | +   | +                               | ++  |
| Немагнитное исполнение                     |   | +                               |   |
| Разнообразие модулей                       |   |                                 |   |
| Сигнальные                                 | До 27 А / 1,5 мм <sup>2</sup>   |                                 | До 33 А / 2,5 мм <sup>2</sup>   |
| Силовые                                    | До 119 А / 16 мм <sup>2</sup>   |                                 | До 58 А / 6 мм <sup>2</sup>   |
| На большие токи                            | До 220 А / 50 мм <sup>2</sup>   |                                 | До 150 А / 25 мм <sup>2</sup>   |
| Высоковольтные                             | До 6,3 кВ / 1,5 мм <sup>2</sup>   |                                 | До 2,5 кВ / 6 мм <sup>2</sup>   |
| Коаксиальные                               | До 9,0 ГГц  |                                 | До 4,0 ГГц  |
| Пневматические                             | До 20 бар   |                                 | До 12 бар   |
| Жидкостные                                 | До 10 бар   |                                 | -   |
| Оптоволоконные POF/GOF                     | +   |                                 | +<br>(GOF только по запросу)  |
| Для скоростной передачи данных             | CAT 6A / USB / HDMI   |                                 | CAT 6A / USB  |
| Для установки на печатную плату            | -   |                                 | +<br>(включая быстросменную головку)                                      |
| Возможность защиты контактов               | Специальный модуль, можно установить в любом месте                            |                                 | Встроена в 20-контактный сигнальный модуль                                |
| Способ заделки контактов                   | Обжим / пайка проводом / пайка в плату  |                                 | Обжим / пайка проводом / пайка в плату через специальные модули           |

Таблица 2. Радиальный люфт рамок ODU-MAC® Silver-Line

| ODU-MAC® S  | ODU-MAC® L  | ODU-MAC® M+   | ODU-MAC® P+   | ODU-MAC® T   | ODU-MAC® QCH  |
|---|---|---|---|--|---|
|  |  |  |  |  |  |
| ±0,6 мм   | ±1,2 мм   | ±0,6 мм   | ±2,5 мм   | -  | ±0,6 мм   |

Выбор рамки (табл. 2) зависит от поставленной задачи и набора модулей. Так, при использовании силовых контактов следует применять рамку типа P+ (Power). Рамка M+ (Mini) позволяет минимизировать размеры конструкции. В обоих случаях знак "+" означает возможность заземления при совместном использовании данных рамок со специально предназначенными для этого комплектами заземления. Рамка типа ODU-MAC QCH (Quick change head – с быстросъемной головкой) незаменима в тех случаях, когда остановка для обслуживания производства ведет к большим убыткам. Такая рамка представляет собой "слоеный пирог" из двух частей, а каждая часть состоит из двух рамок. Непосредственно контактирующие между собой части, которые быстрее изнашиваются, отстыковываются, оперативно заменяются новыми, и производственный процесс продолжается.

При ограничениях по высоте рекомендуется рамка типа ODU-MAC T, у которой модули развернуты на 90 град. Для стыковки двух частей, расположенных на большом расстоянии одна от другой, предназначена рамка ODU-MAC L (Large) с удлиненными и усиленными направляющими (длина штыря 18 мм). Чаще всего используется стандартная (ODU-MAC S) рамка. Замечу, что при проектировании полезно сравнить длину направляющих штырей с длиной контактов. Так, у рамки M+ направляющий штырь длиной 12,5 мм, поэтому набрать в такую рамку модули с контактами, выступающими над поверхностью контактирования на 15 мм (например, высоковольтный модуль на 6,3 кВ или на ток 154 А), не получится.

Разъемы ODU-MAC Blue-Line доступны как в бескорпусном варианте, так и в корпусе, но в любом случае используются одни и те же рамки. Длину можно выбрать из четырех вариантов (12, 18, 26 и 37 юнитов, 1 юнит = 2,4 мм, с радиальным люфтом ±0,6 мм).

Рамка должна быть целиком заполнена модулями, при наличии незанятых мест применяют так называемые модули-пустышки. Процесс сборки рамки с модулями отличается для разных линий. Так, в разъемах ODU-MAC Silver-Line и ODU-MAC White-Line длинные части рамки используют как направляющие. После

нанизывания модулей с двух сторон добавляют торцевые части и полученную сборку фиксируют винтами.

Значительно проще работать с ODU-MAC Blue-Line: для установки модулей в рамку, а также их демонтажа не требуется инструментов. Легким движением, нажимая на ребристые поверхности защелок, можно вставить модуль в рамку и в аналогичном порядке его извлечь.

Контакты типа crimp clip также легко защелкиваются в тело модуля (рис.1), а извлекать их (например, в случае некорректной сборки) можно с помощью специального экстрактора (рис.2).

**Следует отметить, что устройство защелок на модулях не допускает некорректного соединения модуля в рамку. За счет чего это достигается?**

**Во-первых**, на защелках имеются клиновидные направляющие. **Во-вторых**, рисунок ребристой поверхности защелок с противоположных сторон выполнен со сдвигом, что в сочетании с такой же внутренней поверхностью рамок обеспечивает установку модуля в рамке нужной стороной.

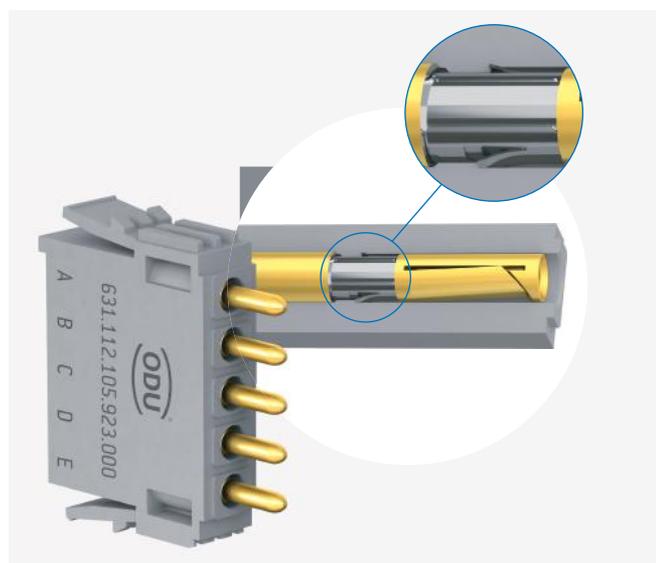


Рис.1. Защелкивание контакта в модуль



**Рис.2.** Извлечение контакта из модуля

Наконеч, для механической защиты пластиковых защелок предназначена специальная полоска, которая входит в комплект поставки. Ее помещают вдоль рамки, поверх собранных модулей.

Заканчивая рассмотрение бескорпусных решений, следует остановиться на корпусе для бескорпусных разъемов. Звучит странно, но на самом деле это защитный кожух кабельной части (рис.3), выполняющий дополнительные полезные функции. Изготовленный из стандартных алюминиевых профилей (EN573-3 AW 6060-T5), он позволяет разместить несколько печатных плат с расположенными на них компонентами, зафиксировать клипсой и разгрузить кабель, а также обеспечить соединение для заземления. Такой корпус доступен для рамок любого типа размером 10, 20, 30, ... 60 юнитов, обеспечивает уровень защиты IP50 и имеет два кабельных вывода до M40.

**Модульные разъемы в корпусах** предназначены для коммутации вручную и представлены двумя линей-



**Рис.3.** Состав защитного корпуса

ками: ODU-MAC White-Line и ODU-MAC Blue-Line, двумя видами соединений: шпindelным и со скобой (рычажным). Шпindelное соединение реализовано как в металлическом корпусе из литого алюминия, так и в пластиковом – из армированного стеклом (20%) полиамида PA6 GF20, а соединение со скобой – только в металлическом.

Армированный полиамид отличается прочностью, износостойкостью, устойчивостью к маслам (в том числе к моторным, минеральным), к бензину, разбавленным и концентрированным растворам щелочей и разбавленных кислот. Кроме того, полиамидный корпус существенно легче и дешевле металлического.

Как пластиковый, так и металлический корпуса бывают четырех типоразмеров (1, 2, 3, 4), каждому из них соответствует определенная рамка. Кроме того, для кабельной части размера 4 есть решение с расширенным пространством для размещения кабеля и увеличенным до M50 диаметром кабельного вывода, так

**Таблица 3.** Размеры рамок

| Размер | ODU-MAC White-Line                |                       | ODU-MAC Blue-Line                |                       | Доступность                           |
|--------|-----------------------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|
|        | Рамка, юнит<br>(1 юнит = 2,54 мм) | Длина<br>рамки,<br>мм | Рамка, юнит<br>(1 юнит = 2,4 мм) | Длина<br>рамки,<br>мм |                                       |
| 0      | 9                                 | -                     | -                                | -                     |                                       |
| 1      | 10                                | 51                    | 12                               | 51                    | Корпус со шпindelем, корпус со скобой |
| 2      | 16                                | 64                    | 18                               | 64                    | Корпус со шпindelем, корпус со скобой |
| 3      | 24                                | 84,5                  | 26                               | 84,5                  | Корпус со шпindelем, корпус со скобой |
| 4/XXL  | 34                                | 111                   | 37                               | 111                   | Корпус со шпindelем, корпус со скобой |
| 5      | 2×24                              | 84,5                  | 2×26                             | 84,5                  | Корпус со скобой                      |
| 6      | 2×34                              | 111                   | 2×37                             | 111                   | Корпус со скобой                      |

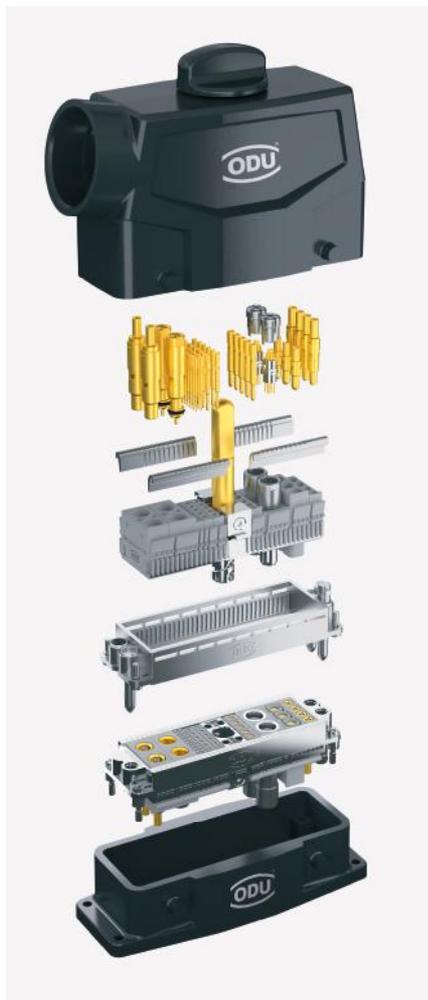


Рис.5. Шпиндельный механизм с прямой и обратной полярностью

Рис.4. Состав шпиндельного разъема ODU-MAC Blue-Line

называемый корпус XXL. При одновременном применении двух рамок размерами 3 и 4 в корпусе со скобой получим размеры 5 и 6. Из данных табл. 3 следует, что при использовании 10-контактных сигнальных вставок (1 unit) максимально возможное количество контактов составит 680 для ODU-MAC White-Line и 740 – для ODU-MAC Blue-Line.

Стоит подчеркнуть, что ODU-MAC White-Line и ODU-MAC Blue-Line используют одинаковые корпуса (присоединительные размеры рамок ODU-MAC White-Line и ODU-MAC Blue-Line не различаются, ширина для всех вариантов равна 34,5 мм).

Рассмотрим корпус со **шпиндельным соединением** (рис.4). Фиксируется соединение путем поворота шпинделя до щелчка, прикладываемые усилия минимальны, но обеспечивают надежное соединение.

Параметры шпинделя отличаются, можно выбрать полярность или угол поворота шпинделя (рис.5). Так, для разъемов в размере 2 – это угол 180°, а для размеров 3, 4 и XXL – 270° и 360°. Ход шпинделя зависит от полярности и несколько различается для разъемов ODU-MAC White-Line и ODU-MAC Blue-Line. При поляр-

ности, условно называемой прямой (штырь в кабельной части), ход шпинделя ODU-MAC Blue-Line составит 12 мм для размера 2 и 16,3 мм – для остальных размеров. А для разъемов с обратной полярностью шпинделя получим 11,5 и 15,8 мм соответственно. Для ODU-MAC White-Line как прямой, так и обратной полярности ход шпинделя будет равен 12 мм для размера 2, и 21,5 мм – для остальных размеров. В любом случае для такого соединения предусмотрен ремкомплект, позволяющий заменить механизм шпинделя, ресурс которого составляет не менее 10 000 циклов соединений для Blue-Line и 30 000 для White-Line.

При проектировании модульного разъема необходимо учитывать, что конструкция шпинделя занимает 5 юнитов. Именно по этой причине шпиндельное соединение реализовано в размерах 2, 3 и 4 и XXL (нелогично занимать данным механизмом 5 юнитов из 10 или 12 в рамке размера 1). Обычно уровень защиты шпиндельного соединения составляет IP50, но имеется и решение с уплотнением, обеспечивающее защиту IP65 в сомкнутом состоянии.

Главные преимущества шпиндельного соединения – простота коммутации, не требующая от оператора больших усилий при смыкании и размыкании (достаточно просто повернуть ручку до щелчка), а также возможность экономии пространства вокруг разъема.

По сравнению со шпиндельным соединением со скобой требует значительно больших пространства и усилий на коммутацию. Кроме того, для данного способа соединений имеются корпуса со сдвоенными рамками: размер 5 означает использование двух рамок размера 3, а размер 6 – двух рамок размера 4 (рис.6).

Отмечу, что механизм скобы требует ухода. После каждых 500 циклов соединений он подлежит смазке, его ресурс составляет не менее 5 000 циклов. Корпуса со скобой обеспечивают уровень защиты IP65 в сомкнутом состоянии.

При использовании в одном устройстве нескольких однотипных разъемов ODU-MAC White-Line и ODU-MAC



**Рис.6.** Корпус со скобой со двоянной рамкой

Blue-Line в корпусном исполнении во избежание неправильной коммутации реализована система ключей со специальными кодирующими штырями.

Так как система ключей для разъемов со скобой и со шпинделем организована разными способами, рассмотрим каждый из них.

В разъемах со скобой в рамке имеется четыре посадочных места для кодирующих штырей. При одновременном использовании от одного до четырех штырей можно получить до 16-ти комбинаций.

В разъемах со шпинделем из четырех посадочных мест в рамке для кодирующих штырей одновременно задействовано только два, что дает четыре комбинации. Кроме того, кодирующие штыри имеются и в самом механизме шпинделя, что позволяет получить шесть дополнительных ключей за счет двух кодирующих штырей на четырех посадочных местах (рис.7). Это новшество теперь используется во всех модульных раз-



**Рис.8.** Корпус ODU-MAC Blue-Line в морском исполнении

емах в корпусе (его не было в известных ранее разъемах ODU-MAC).

Как в корпусе со скобой, так и в шпindelном корпусе рамка снабжена тремя направляющими штырями.

В ODU-MAC White-Line и ODU-MAC Blue-Line есть корпус в морском исполнении, который не относится ни к шпindelному, ни к рычажному соединению, так как части фиксируются одна с другой за счет двух винтов (рис.8). Корпус экранирован (65 дБ) и обеспечивает уровень защиты IP68/IP69 не менее 5 бар, работает в диапазоне от -50 до 120 °С. Такие разъемы доступны с рамками всех четырех размеров и отличаются увеличенными габаритами. Если сравнить габариты таких корпусов и корпусов со скобой, то разница по длине составит примерно 50 мм, по ширине - 10 мм, а по высоте - от 30 до 50 мм. Кабельный вывод (M32, M40) можно вывести как вертикально вверх, так и в сторону.

Еще один вариант в корпусном исполнении - разъемы ODU-MAC Zero размера 0, миниатюрное и эргоно-



**Рис.7.** Система ключей и направляющих шпindelного корпуса



Рис.9. Разъем ODU-MAC® Zero

мичное решение ODU-MAC White-Line в белом корпусе из поликарбоната Lexan (рис.9). В отличие от описанных выше соединителей в данном случае рамка отсутствует, а модули нанизываются на направляющие внутри корпуса. Кабель можно вывести под углом в 45°, 90° и вертикально вверх, а специальная клипса внутри корпуса дает возможность зафиксировать и разгрузить кабель. Конструкция позволяет разместить внутри модули общей длиной до девяти юнитов: сигнальные, силовые, волоконно-оптические, для передачи данных и коаксиальные. В итоге получаем немагнитный соединитель с защелкой SNAP-IN (функцией аварийного отсоединения).

Мы рассмотрели рамки и корпуса модульных разъемов, перейдем теперь к модулям.

Как следует из приведенного выше описания сборки модулей в рамку, модули ODU-MAC White-Line, ODU-MAC Silver-Line и ODU-MAC Blue-Line различаются конструкцией. Кроме того, в первых двух случаях материал изолятора – армированный стекловолокном термопласт, а в последнем армирование не используется.



Рис.10. Модуль ODU-MAC® Blue-Line с защитой контактов от повреждения

Основные типы модулей представлены во всех трех линейках: ODU-MAC White-Line и ODU-MAC Silver-Line, ODU-MAC Blue-Line (см. табл. 1). Правда, модули с жидкостными вставками есть только в первых двух линиях, а со вставками для установки на печатную плату – только в ODU-MAC Blue-Line. Следует также отметить более широкий выбор модулей для ODU-MAC White-Line и ODU-MAC Silver-Line.

Рассмотрим несколько примеров. Если в первых двух линиях для защиты тонких контактов от повреждения предусмотрен специальный разделительный модуль (1 Unit), то в ODU-MAC Blue-Line есть сигнальный модуль на 20 контактов (2 Unit) (рис.10), в котором такая защита обеспечена его конструкцией. Без учета поправочного коэффициента величина тока на контакт составит 11 А.

Стоит отметить, что только в серии ODU-MAC Blue-Line есть опция установки разъема на печатную плату (рис.11), для чего предназначены модули на 5, 6 и 10 контактов, которые стыкуются с соответствующими

Таблица 4. Модули с экранированными вставками для высокоскоростной передачи данных

| ODU-MAC White-Line, ODU-MAC Silver-Line     |                             |                                      |                   | ODU-MAC Blue-Line           |                             |                              |
|---|-----------------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
|   |                             |                                      |                   |                             |                             |                              |
| Размер 0                                    | Размер 1                    | Размер 2                             | Размер 3          | Размер 1                    | Размер 1                    | –                            |
| CAT 5<br>USB2.0<br>Firewire<br>USB3.1 Gen 1 | CAT 5<br>USB2.0<br>Firewire | CAT 5<br>CAT 6A<br>10 Гбит/с<br>HDMI | –                 | CAT 5<br>USB2.0<br>Firewire | CAT 5<br>USB2.0<br>Firewire | CAT 5<br>CAT 6A<br>10 Гбит/с |
| 5 юнитов                                    | 6 юнитов                    | 7 юнитов                             | 8 юнитов          | 6 юнитов                    | 6 юнитов                    | 7 юнитов                     |
| 2...10 контактов                            | 2...14 контактов            | 4, 8, 16 контактов                   | 10...30 контактов | 2...14 контактов            | 2...14 контактов            | 8 контактов                  |

Таблица 5. Патч-корды ODU-MAC White-Line и ODU-MAC Silver-Line

| Сторона 1<br>Модуль ODU-MAC  | Кабель   | Длина сборки, м | Сторона 2      | Варианты сборок  |
|--|--|-----------------|----------------|--|
| Внешний вид, назначение, количество контактов, размер  |  |                 | Типовой разъем |  |
| <br>Ethernet, 8, 2  | CAT 6<br>ø 6,2 мм<br>4×2×AWG26<br>черный в общем экране                  | 0,25 / 2,0      | RJ 45          | ODU гнездо /RJ45 штекер<br>ODU штекер /RJ45 штекер<br>ODU штекер /RJ45 гнездо<br>ODU гнездо /RJ45 гнездо   |
| <br>HDMI, 16, 2     | HDMI тип A<br>ø 6 мм<br>5×2×AWG30 + 4×AWG30<br>черный, экран каждой пары | 0,25 / 2,0      | HDMI A         | ODU гнездо /HDMI штекер<br>ODU штекер /HDMI штекер<br>ODU гнездо /HDMI гнездо (штекер+адаптер)<br>ODU штекер /HDMI гнездо (штекер+адаптер)                 |
| <br>USB2.0, 4, 0   | USB2.0 тип A<br>ø 4,5 мм<br>черный в общем экране                        | 0,25 / 2,0      | USB A          | ODU гнездо / 2* USB штекер (Автор! Звездочка * - что это значит???)<br>ODU штекер /2* USB штекер<br>ODU штекер /2* USB гнездо<br>ODU гнездо /2* USB гнездо |
| <br>USB3.0, 10, 0 | USB3.0 тип A<br>ø 5,5 мм<br>черный в общем экране                        | 0,25 / 2,0      | USB A          | ODU гнездо / 2* USB штекер<br>ODU штекер /2* USB штекер<br>ODU штекер /2* USB гнездо<br>ODU гнездо /2* USB гнездо  |

им сигнальными модулями. Допускается одновременная установка в корпус до десяти таких модулей, а использование в качестве материала изолятора полиамида обеспечивает пайку в течение 30 с при температуре 260 °С.

Рассмотрим возможности модульных разъемов ODU для решения задач высокоскоростной передачи данных. Модули с экранированными вставками, в том числе и соответствующими стандартам передачи данных, есть во всех трех линейках модульных разъемов.

Для наглядности представим данные в виде таблицы (табл. 4).

Указанный в таблице размер относится к цилиндрическому разъему, вставка из которого используется. Поэтому одна и та же вставка, например USB2.0 из ODU MINI-SNAP размера 1, установлена как в модуль ODU-MAC Blue-Line, так и в модули ODU-MAC White-Line

и ODU-MAC Silver-Line. И только вставка RJ45 для промышленного Ethernet в ODU-MAC Blue-Line "привычного" вида, с ее помощью можно передавать данные со скоростью до 10 Гбит/с (CAT 6A).

В размере 0 вставка CAT 5 бывает 4-контактной, а в остальных размерах она представлена в двух вариантах: на четыре контакта и на восемь (четыре витые пары). Вставка CAT 6A также имеет четыре витые пары. Для передачи данных по стандарту USB3.1 Gen 1 / SuperSpeed (до 5 Гбит/с) используют вставку на десять контактов размера 0, а по стандарту HDMI – вставку размера 2 на 16 контактов.

**Патч-корды.** Компания ODU поставляет не только разъемы, но и патч-корды. В предыдущих статьях [3, 4] упоминалось о патч-кордах и установленных на гибкий шлейф миниатюрных соединителях серии ODU AMC High-Density. Сейчас остановимся на сборках с разъе-



**Рис.11.** Пример установки разъема ODU-MAC® Blue-Line на плату

мами ODU-MAC White-Line и ODU-MAC Silver-Line, где модуль ODU-MAC соединен с соответствующим типовым разъемом кабелем, длина сборки составляет 25 см или 2 м (табл. 5).

Очевидно, что кроме механических и электрических параметров, уровня защиты, важно обеспечить возможность применения разъемов в определенном температурном диапазоне. Для модульного соединителя рабочая температура определяется параметрами всех составных частей: рамки, корпуса, используемых модулей и контактов. Пластиковый корпус со шпинделем рассчитан на работу в диапазоне от  $-40$  до  $125$  °C, в качестве уплотнителя применяют NBR. Такой же диапазон обеспечивает кабельная часть металлического корпуса, а его ответная часть (со шпинделем или со скобой) отличается более узким диапазоном: от  $-40$  до  $80$  °C, температура  $125$  °C гарантируется для кратковременной работы. Что касается модулей с контактами, то для электрических контактов этот диапазон равен  $-40...125$  °C, исключение составляет модуль со вставкой RJ45 ( $-40...70$  °C). Оптические контакты отличаются температурным диапазоном: для ODU-MAC White-Line и ODU-MAC Silver-Line стандартной является температура в диапазоне от  $-40$  до  $80$  °C, высокотемпературная версия для стекловолокна подходит для температур от  $-40$  до  $115$  °C, а пластиковое волокно ODU-MAC Blue-Line – от  $-40$  до  $70$  °C.

Для схемотехников важно также обеспечить правильное покрытие контакта. Отметим, что финишное покрытие электрических контактов зависит от их типа. Все сигнальные и контакты модулей для установки на печатную плату имеют золоченое покрытие. Также позолочена часть коаксиальных контактов. Как альтернатива используется серебрение, исключение составляют луженые контакты вставки RJ45.

\* \* \*

В заключение можно напомнить, что MAC-конфигуратор позволяет спроектировать разъем в режиме онлайн, есть возможность заказать кабельные сборки любой сложности, в том числе с модульными разъемами ODU-MAC Blue-Line, White-Line и Silver-Line, что может существенно упростить жизнь заказчиков.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Самойлова М.** Разъемы компании ODU для силовой электроники // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2010. № 4. С. 30–34.
2. **Самойлова М.** Модульные разъемы компании ODU в системах диагностики и контроля // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2013. № 5. С. 94–100.
3. **Самойлова М.** Цилиндрические разъемы компании ODU с защелкой для изделий специального назначения // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2013. № 6. С. 74–78.
4. **Самойлова М.** Разъемы ODU для передачи данных: на всех скоростях – Fast Ethernet, USB2.0 // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2016. № 4. С. 94–97.

