

РАЗЪЕМЫ ODU ДЛЯ ПРОГРАММ МОДЕРНИЗАЦИИ СОЛДАТСКОГО СНАРЯЖЕНИЯ: ВСЕГДА ЕСТЬ ВЫБОР

М.Самойлова

УДК 621.315
ВАК 05.27.00

В предыдущих номерах журнала уже рассматривались разъемы немецкой компании ODU (Мюльдорф-на-Инне) для военной аппаратуры. Учитывая планомерную работу ODU по расширению продуктовой линейки, а также растущий интерес разработчиков к данному виду изделий, вернемся к этой теме вновь. О ее актуальности свидетельствуют не только многочисленные программы перевооружения, но и разнообразие информационных ресурсов. В Великобритании выпускается одноименный журнал SoldierMod – (Soldier Modernisation), на ряде порталов освещаются события в данной отрасли, например, <http://soldiersystems.net>, у нас в стране это <http://army-news.ru> и др., где описываются программы модернизации солдатского снаряжения, новинки производителей элементной базы, устройства, входящие в системы экипировки. По понятным причинам, многие проекты с разъемами ODU не могут быть упомянуты в данной статье.

Несколько лет назад компания ODU вывела на рынок разъемы ODU AMC (Advanced Military connector), разработанные для программ "солдат будущего" с учетом требований военных стандартов. Таких программ модернизации достаточно много, например, в ФРГ это IdZ – Infanterist der Zukunft, в США – Future Soldier, в Великобритании – Future Integrated Soldier Technology и т.д.

Сегодня расширенное семейство ODU AMC (рис.1) включает в себя:

- ODU AMC (с защелкой Push-Pull и разрывные Break-Away);
- ODU AMC Easy-Clean (с подпружиненными контактами);
- ODU AMC High-Density (с высокой плотностью контактов).

Для решения некоторых задач подойдут и более экономичные разъемы ODU MINI-SNAP серий L, K, B, F и S (рис.2).



Рис.1. Разъемы семейства ODU AMC. Сверху вниз: ODU AMC® High-Density, ODU AMC® Easy-Clean, ODU AMC® Break-Away, ODU AMC® Push-Pull



Рис.2. Разъемы семейства ODU MINI-SNAP®

Сделать выбор между ними и разъемами класса MIL ODU AMC непросто. Цель статьи – дать рекомендации, которые помогут в этом инженеру.

Оба семейства разъемов гарантируют не менее **5 тыс. циклов соединений**. **Уровень защиты** ODU MINI-SNAP варьируется в пределах от IP50 до IP68, для ODU AMC – не менее IP68. Каталожное значение **температурного диапазона** для первого семейства составляет $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \dots 120\text{ }^{\circ}\text{C}$, для второго – от -51 до $125\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-51\text{ }^{\circ}\text{C}$ соответствует значению стандарта IEX 60512-6-III+j, согласно которому при более низких температурах нет условий для жизнедеятельности...). Следует заметить, что специально для российских заказчиков используемые чаще других серии ODU MINI-SNAP K и L были успешно испытаны в условиях температуры $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ при 2 тыс. циклов соединений.

Испытания на **химическую стойкость** семейства ODU AMC проводились по нормам IEC60512-1-1 для разъемов как без кабеля, так и собранных с термоусадкой или по технологии литья под давлением. С учетом специфики применения в аппаратуре солдатской экипировки в качестве материалов для испытаний использовались разные жидкости: горюче-смазочные материалы (бензин, автодизель, моторные масла), тормозная жидкость, масло для гидроусилителя руля, смазка для оружия, антифриз, незамерзайка, изопропанол, парацетамоловая кислота, 5%-ный водный раствор хлорной извести, а также репелленты от насекомых, крем для рук, кока-кола и, наконец, два вида искусственного пота – с кислотной и щелочной составляющими. Что касается **стойкости к солевому туману**, то для ODU AMC гарантирована выдержка в 5%-ном соляном растворе при температуре $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 96 ч, а для ODU MINI-SNAP это время составляет 48 ч.

Для носимой аппаратуры, когда **вес** становится одним из критичных параметров, чаще делают выбор в пользу ODU AMC, так как разница в весе с аналогичными

разъемами ODU MINI-SNAP может достигать 60%! Таким образом, только за счет разъемов ношу пехотинца можно облегчить примерно на килограмм (рассматривается конкретный проект, где система содержит 15 пар соединителей). Например, в размере 1 пара 8-контактных соединителей серии ODU MINI-SNAP K (IP68) весит около 40 г, а в серии ODU AMC вес подобной пары (с защелкой, в размере 1) составит менее 20 г. Радикальное снижение веса ODU AMC и ODU AMC Easy-Clean достигнуто благодаря выбору в качестве материала корпуса алюминиевого сплава с финишным антибликовым рутениевым покрытием. А для разъемов с высокой плотностью контактов ODU AMC High-Density (как и для ODU MINI-SNAP) в качестве материала корпуса выбрана латунь, иначе не удастся обеспечить жесткость миниатюрного соединителя. Тем не менее вес пары вилка – розетка в размере 1 также не превышает 20 г. По той же причине ODU AMC High-Density обеспечивает только разрывное соединение, так как механизм защелки требует определенного объема, а в рассматриваемом случае предпочтение отдано малым габаритам. Уточним, что вес разъемов указан без сбора с кабелем. Данные, приведенные в табл. 1, помогут сравнить габариты разъемов на примере одного типоразмера и определиться с выбором серии с учетом типа соединения.

Следует отметить такую особенность разъемов серии ODU AMC High-Density (рис.3), как выравнивание изделий всех четырех типоразмеров по высоте.



Рис.3. Разъем ODU AMC® High-Density

Таблица 1. Сравнение ODU AMC® и ODU MINI-SNAP®

Серия	IP	Количество контактов	Типоразмер	Количество контактов в выбранном размере	Push-Pull защелка		Break-Away разрывные		Диаметр посадочного отверстия приборной розетки, мм
					Диаметр кабельной вилки S, мм	Максимальный диаметр кабеля, мм	Диаметр кабельной вилки A, мм	Максимальный диаметр кабеля, мм	
ODU MINI-SNAP® L	IP50, IP68	2...40	1	2...16	11,5	6,2	11,5	6,2	12,1
ODU MINI-SNAP® K	IP68	2...40	1	2...16	13,0	7,0	13,0	7,0	16,1
ODU MINI-SNAP® B	IP68	2...30	1	2...16	12,0	7,0	Нет в данной серии		14,1
ODU MINI-SNAP® F	IP50, IP68	2...27	1	2...14	10,0	7,0	10,0	7,0	12,1 (IP50) 14,1 (IP68)
ODU AMC®	IP68	3...55	1	5...16	15,9	6,5	13,9	6,5	14,1
ODU AMC® Easy-Clean	IP68, IP69	7...19	1	10, 16	Нет в данной серии		13,9	6,5	14,1
ODU AMC® High-Density	IP68	2...40	0	9, 12, 16	Нет в данной серии		12,8	7,0	10,1

Обеспечение помехозащищенности связанной аппаратуры имеет едва ли не ключевое значение, поэтому сравним **возможности семейств разъемов по экранированию**. Важно, что семейство ODU AMC обеспечивает выигрыш в **10 дБ** по сравнению с ODU MINI-SNAP (по стандарту VG 95214-11 для пары ODU AMC эффективность экранирования составит 65 дБ, а для пары ODU MINI-SNAP этот параметр равен 55 дБ). Особо отметим **приборно-кабельную розетку типа G6** с наилучшими характеристиками по этому критерию – за счет обжимного кольца получаем экранирование 360°, в то время как в обычных приборных розетках экран соединяется с земляным штырем в одной точке. В силу особен-

ностей сборки разъемов семейства ODU AMC рекомендуется использовать только кабель с оплеткой (рис.4).

В статье "**Системные решения**"* подробно рассматривались три способа заделки места стыка кабеля с разъемами семейства ODU AMC. Формовка литьем под давлением (overmolding), используемая ODU, – высокотехнологичный и затратный процесс, но при этом он обеспечивает следующие дополнительные возможности при оформлении кабельного вывода:

* Самойлова М. Системные решения ODU: доверьтесь профессионалам // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2017. № 5. С. 62–66.



Один из этапов сборки кабельного разъема

Приборно-кабельная розетка G6 с вставкой под Ethernet до заделки кабеля

Приборно-кабельная розетка G6 с коаксиальной вставкой в сборе с кабелем

Рис.4. ODU AMC® на разных этапах сборки



Рис.5. Варианты кабельных выводов в семействах ODU MINI-SNAP® и ODU AMC®

- произвольный угол;
- произвольный цвет (актуально для аппаратуры скрытого ношения);
- нанесение логотипа;
- эстетичный вид.

Стоит особо отметить опцию **вывода кабеля ODU AMC под произвольным углом** (например, не только привычные 90°, но и углы 135° и 225°), что позволяет оптимизировать компоновку кабелей в ограниченном объеме (рис.5).

Заделка кабеля соединителей ODU MINI-SNAP, напротив, не требует специального оборудования и ощутимых вложений (не считая кримпера при контактах под обжим). В этом случае угол вывода кабеля определяется конструкцией разъема и ограничен 0° и 90° (см. рис.5).

При заказе разъемов всегда есть возможность **выбора типа контактов**. Как для ODU MINI-SNAP, так и для ODU

AMC доступны контакты под пайку проводом и в плату, а контакты под обжим предусмотрены только в семействе ODU MINI-SNAP. Для удобства контакты под пайку на плату одинаковой длины, а контакты под пайку проводом упорядочены в форме конуса. Также в разъемах ODU MINI-SNAP для многих розеток можно выбрать контакты для пайки в плату под углом 90° (кроме вставок для скоростной передачи данных).

Представляют интерес разъемы **ODU AMC Easy-Clean** (рис.6) с гладкой контактной поверхностью и простой очисткой, с одной стороны, и с подпружиненными контактами – с другой. При соединении подпружиненный контакт придавливается к гладкой контактной поверхности ответной части (то есть, на гладкой поверхности есть контактные площадки, но нет отверстий под контакт).

Выбирая между сериями, следует принимать во внимание, как реализованы **системы ключей** для исключения некорректной коммутации, а также **конструкцию защелки**.

В основном военные заказчики останавливают свой выбор на разъемах с более прочной системой ключей "паз и выступ". Отметим, что **ODU AMC** благодаря конструкции обеспечивает более простое **соединение вслепую** по сравнению с ODU MINI-SNAP, так как у разъемов ODU AMC есть пять пазов и выступов, а у ODU MINI-SNAP L, K, B один выступ (ключ 0) или два (остальные ключи).

В семействе ODU AMC наряду с механическим кодированием предусмотрено и цветовое (рис.7): каждому из четырех ключей соответствует свой цвет (бежевый, зеленый, красный и синий). Причем **цветовое кодирование** не допускает демаскировки (цветные элементы



Рис.6. Разъемы с простой очисткой ODU AMC® Easy-Clean



Рис.7. Совмещенное цветное и механическое кодирование разъемов семейства ODU AMC®

заметны только в разомкнутом состоянии). Как видно из рис.7а, на приборной части в выбранный цвет окрашена плоскость контактной вставки, а на кабельной – цветное кольцо.

В различных сериях **ODU MINI-SNAP** реализовано разное количество ключей, опционально их до 11 в серии L, до 8 в серии К и до 14 в серии В. Выбирая между указанными сериями, следует иметь в виду, что соединители серии В имеют минимальные габариты по сравнению с сериями К и L при уровне защиты IP68. Серия L предлагает самый широкий выбор типов корпусов, а серия К – защищенный цельным кольцом механизм защелки и самый четкий звук при срабатывании. Поэтому серия ODU MINI-SNAP К так нравится военным заказчикам.

Разъемы ODU MINI-SNAP F (см. рис.2а) кодируются с помощью **полудуг-направляющих**, данная конструкция приводит к дополнительной механической нагрузке на ключ при неизбежном повороте при соединении вслепую. В стандартном варианте доступно два ключа за счет двух полудуг-направляющих, по запросу можно выполнить и третий (две или три полудуги-направляющие).

Многоконтактные разъемы ODU MINI-SNAP S (см. рис.2б) с кодированием за счет контактного блока (две полусферы) применяются крайне

редко, а вот **коаксиальные**, особенно в размере 00, часто используются нашими заказчиками. Основные характеристики приведены в табл. 2 (все соединители в данном случае рассчитаны на волновое сопротивление 50 Ом).

Что касается механизма соединения, то информация о наличии или отсутствии **защелки Push-Pull** и **системы аварийного отсоединения Break-Away** в той или иной серии представлена в табл. 1. Напомним, что защелка обеспечивает быструю и простую коммутацию, исключает случайное отсоединение при задевании кабеля. Разъем можно отсоединить, взявшись за корпус разъема, но не за кабельную его часть. В то время как разъемы с системой аварийного отсоединения (иными словами, разрывные) можно разомкнуть при резком рывке за кабель. Такая опция крайне необходима **для аппаратуры, которая крепится на голове**, во избежание несчастных случаев. Соответственно, для возимой аппаратуры целесообразно выбирать разъемы с защелкой.

Для связной аппаратуры, составляющей ядро систем солдатского снаряжения, крайне важно обеспечить качественную **передачу данных** (помехозащищенность и защиту по IP). Такие разъемы наиболее полно представлены в сериях ODU AMC и ODU AMC High-Density. Разъемы серии ODU AMC Easy-Clean, не имеющие спе-

Таблица 2. Коаксиальные разъемы ODU

	Размер	Типы корпусов	Параметры
ODU MINI-SNAP® S 	00	Все типы	0–1,8 ГГц: VSWR ≤1,25
ODU AMC® 	0	Все типы	0–1,9 ГГц: VSWR ≤1,25
ODU AMC® High-Density 	00	A1 + G6	0–2,6 ГГц: VSWR ≤ 1,25 2,6–6 ГГц: VSWR ≤ 1,5

Таблица 3. Наличие вставок для передачи данных в цилиндрических разъемах ODU

Тип разъема	USB2.0	Ethernet Cat 5 100 Мбит/с	Ethernet Cat 5E 1 Гбит/с	Ethernet Cat 6 А 100 Мбит/с	Ethernet Cat 6 А 10 Гбит/с	USB3.1 Gen 1	HDMI 1.3
ODU AMC®	+	+	+	+	+		
ODU AMC® High-Density	+				5 Гбит/с	+	+
ODU MINI-SNAP® L, K, B	+	+	+	+	+		
ODU MINI-SNAP® F			+				

циальных вставок, используются на небольших скоростях. Доступные варианты соединений приведены в табл. 3.

Новые разработки в области передачи данных в основном внедряются в семейство ODU AMC. Так, в размере 2 появился разъем на 12 контактов для **совместимой передачи данных** по протоколам Ethernet CAT 5E (гигабитный Ethernet) и USB2.0.

Довольно часто поступают запросы на разъемы с так называемой **обратной полярностью**, то есть со штырями в приборной части и соответственно с гнездами в кабельной части. В семействе ODU MINI-SNAP такие решения предусмотрены каталогами. А для семейства ODU AMC от таких разъемов отказались. Почему? Дело в том, что разъемы ODU, как указано в каталогах, производятся в соответствии с IEC61984:2008 (VDE06277:2009), то есть без возможности коммутации под нагрузкой (COC), значит, особого смысла в обратной полярности нет. Если на приборной части должен быть разъем со штырями, можно использовать новинку – **приборную вилку** типа GW ODU AMC High-Density, доступную в размере 0 на 16 контактов и в размере 1 на 27 контактов (рис.8).

Говоря о вариантах **применения** разъемов, следует остановиться на **гарнитурах и коммутаторах** с активной системой шумоподавления, при которой громкость в гарнитуре ограничивается до безопасного уровня, что позволяет солдату четко слышать необходимую информацию в боевой обстановке и сберечь слух.

Например, компания из Дании InVisio использует ODU AMC в ряде своих разработок:

- V60 Tri Com Control Unit;
- V50 Dual Com Control Unit;
- V20 Single Com Control Unit.

Использование современной элементной базы, в частности разъемов ODU AMC, позволило компании InVisio вывести на рынок самые легкие и миниатюрные коммутаторы (весом от 99 грамм для V20 до 145 грамм для V60), обеспечить работоспособность при погру-

жении в воду на глубину **до 20 метров** и защиту слуха военнослужащих (рис.9). InVisio использует гарнитуру-вкладыш, считается, что такая конструкция лучше всего предотвращает слуховой аппарат от повреждений, особенно при резких шумовых воздействиях.

Некоторые компании следуют другой концепции – сочетают в аппаратуре вкладыши и накладную гарнитуру, задействующую костную проводимость черепа. Таким образом, сигнал поступает во внутреннее ухо, а военнослужащий может отодвинуть в сторону вкладыши, оставаясь при этом на связи. Для реализации подобного проекта компания ODU выполнила особые требования заказчика к цветовому кодированию разъемов во избежание некорректного соединения, а также к кабельным сборкам по углам вывода кабелей. Подобранные специальным образом углы кабелей (135° и 225°, 90°) позволяют минимизировать занимаемое системой пространство, а разрывной механизм Break-Away при необходимости обеспечивает отсоединение кабеля одним рывком.

Разъемы ODU нашли широкое применение и в **радиостанциях**. Так, в **возимой SDTR** (soft defined tactical radio, или программно-определяемая тактическая радиостанция) наряду с сигнальными применяют разъемы со вставками для передачи данных по протоколу Ethernet (8 контактов, 4 витые пары). Так как радиостанция находится внутри транспортного средства и подвержена



Рис.8. Приборная вилка GW ODU AMC® High-Density



Рис.9. Система связи InVisio V60 с защитой органов слуха

тряске, вибрациям и т.п., выбрано соединение типа защелки.

В **портативной** рации для соединения с гарнитурой используются разъемы ODU AMC Easy-Clean. Напомню, что наличие функции аварийного отсоединения (Break-Away) крайне важно для соединения гарнитур с устройством, так как это одно из условий безопасности военнослужащего. Кроме того, плоскую поверхность кабельной части такого разъема легко очистить в случае загрязнения.

Применительно к **приборам наблюдения** можно отметить несколько вариантов разъемов ODU. Наши заказчики применяют в портативных тепловизорах разъемы семейства ODU AMC, в частности ODU AMC Easy-Clean. Стоит упомянуть также заказное решение малога-



Рис.10. Заказной разъем для приборов ночного видения

баритного черного соединителя для приборов ночного видения (рис.10). Его особенность – винтовая фиксация, он выпускается с вставками размера 00 (коаксиальные, или от двух до четырех контактов), с прямым или угловым кабельным выводом. Уровень защиты разъема – IP68 в сомкнутом состоянии.

В заключение можно отметить, что компания ODU постоянно совершенствует продукцию. В ближайшем будущем все разработчики смогут воспользоваться очередными результатами этой работы.

ЛИТЕРАТУРА

- www.odu.ru
- <http://www.invisio.com/>
- Der Steckverbinder 02/2016

