

## Разъемы ODU для программ модернизации солдатского снаряжения: рекомендации по выбору

Марина САМОЙЛОВА  
marina.samoylova@odu.ru

**В последнее время все большую актуальность приобретает тема модернизации солдатского оборудования. Специалисты немецкой компании ODU (Мюльдорф-на-Инне, Бавария) несколько лет назад занялись разработкой и производством разъемов ODU AMC, предназначенных именно для носимой аппаратуры. В зависимости от поставленной задачи и специфики эксплуатации устройств разработчики должны сделать выбор из большого ассортимента компонентной базы. Цель статьи — дать инженеру-разработчику рекомендации по выбору соединителей.**

**Т**ема модернизации солдатского оборудования актуальна практически во всех странах мира, о чем свидетельствуют не только многочисленные программы перевооружения, но и посвященные им информационные ресурсы. Например, в Великобритании выпускается журнал SoldierMod (Soldier Modernisation), ряд порталов освещает события в данной отрасли, в частности <http://soldiersystems.net>. У нас в России это <http://army-news.ru> и другие сайты. Из данных ресурсов можно почерпнуть сведения о программах модернизации солдатского снаряжения, о новинках производителей элементной базы, об устройствах, входящих в системы экипировки.

По понятным причинам в статье упомянуты лишь некоторые проекты с разъемами ODU.

Специально для программ «солдат будущего» с учетом требований военных стандартов компания ODU разработала разъемы ODU AMC (Advanced Military Connector). 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.



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

- Сегодня семейство ODU AMC (рис. 1) включает разъемы:
- 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 некоторых задач характеристики ODU AMC могут оказаться избыточными, поэтому для такого случая есть смысл подумать о более экономичных решениях за счет разъемов ODU MINI-SNAP серий L, K, B, F и S (рис. 2).

Сделать выбор между ODU MINI-SNAP и разъемами класса MIL ODU AMC непросто. Сравним семейства ODU MINI-SNAP и ODU AMC по различным параметрам.

Начнем с ресурса. Оба семейства разъемов гарантируют не менее 5000 циклов соединений. Уровень защиты ODU MINI-SNAP варьируется в пределах IP50–IP68, для ODU AMC — не менее IP68. Каталожное значение температурного диапазона для первого семейства составляет  $-40...+120\text{ }^{\circ}\text{C}$ , для второго  $-51...+125\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $-51\text{ }^{\circ}\text{C}$  соответствует значению стандарта IEX 60512-6-11i+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 течение 2000 циклов соединений при температуре  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Тесты на химическую стойкость семейства ODU AMC проводились по нормам IEC 60512-1-1 для разъемов как без кабеля, так и в собранном виде — выполненные 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 гидросилей 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. ODU AMC превосходит ODU MINI-SNAP по стойкости к солевому туману, для таких разъемов 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, поскольку разница в весе с аналогичными разъемами ODU MINI-SNAP может дости-



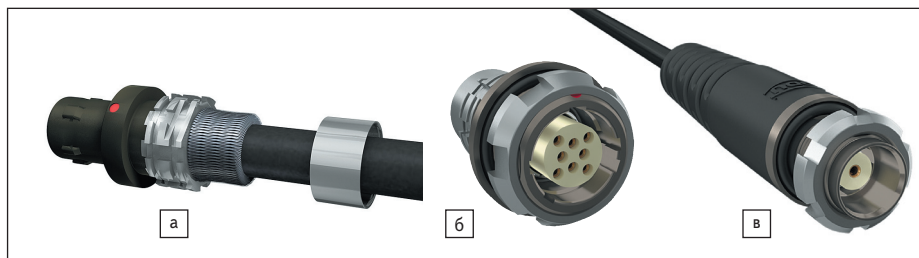
**Рис. 2.** Разъемы семейства ODU MINI-SNAP:  
а) разъем ODU MINI-SNAP F;  
б) разъем ODU MINI-SNAP S;  
в) разъем ODU MINI-SNAP B;  
г) разъем ODU MINI-SNAP K;  
д) разъем ODU MINI-SNAP L



**Рис. 3.** Разъемы 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	7	13	7	16,1
ODU MINI-SNAP B	IP68	2–30	1	2–16	12	7	Нет в данной серии		14,1
ODU MINI-SNAP F	IP50, IP68	2–27	1	2–14	10	7	10	7	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	10,1



**Рис. 4.** ODU AMC на разных этапах сборки: а) один из этапов сборки кабельного разьема;  
б) приборно-кабельная розетка G6 с вставкой под Ethernet до заделки кабеля;  
в) приборно-кабельная розетка G6 с коаксиальной вставкой в сборе с кабелем

гать 60%. Таким образом, лишь за счет разъемов ношу пехотинца можно облегчить примерно на 1 кг (рассматривается конкретный проект, где система содержит 15 пар соединителей). В частности, 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 рутением 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 раз-

мере 1 также не превышает 20 г. По той же причине ODU AMC High-Density обеспечивает только разрывное соединение, поскольку механизм защелки требует определенного объема, а в рассматриваемом случае предпочтение отдано малым габаритам. Следует отметить такую особенность разъемов серии ODU AMC High-Density (рис. 3), как выравнивание изделий всех четырех типоразмеров по высоте.

Данные, приведенные в таблице 1, помогут сравнить не только вес, но и габариты на примере одного типоразмера и определится с выбором серии с учетом типа соединения.

Для связной аппаратуры чрезвычайно важно обеспечить помехозащищенность, поэтому полезно сравнить 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 — 55 дБ). Особо отметим приборно-кабельную розетку типа G6 с наилучшими характеристиками по этому критерию — за счет обжимного кольца экранирование 360°, в то время как в обычных приборных розетках экран соединяется с земляным штырем в одной точке. В силу особенности сборки разъемов семейства ODU AMC рекомендуется использовать только кабель с оплеткой (рис. 4).

Необходимо остановиться на таком важном вопросе, как сборка с кабелем.

В отличие от ODU MINI-SNAP, соединители семейства ODU AMC требуют заделки



Рис. 5. Варианты кабельных выводов в семействах ODU MINI-SNAP и ODU AMC: а) угловая и прямая вилки ODU MINI-SNAP L; б) кабельные выводы ODU AMC сформованы под разными углами

места стыка кабеля с разъемом. Задача решается одним из следующих способов:

- с помощью термоусаживаемой трубки (heat shrink);
- путем заливки полимером:
  - химическим отверждением;
  - литьем под давлением (overmolding).

Именно последняя технология и используется компанией ODU, поэтому конструкция обжимного кольца кабельной вилки S1 с защелкой имеет ребристую поверхность для лучшего сцепления полимера с разъемом. При использовании термоусадочной трубки эти неровности представляют определенную проблему, поэтому в таких случаях следует заказывать отдельно обжимные кольца под термоусадку (гладкие).

Метод заделки стыка кабеля и разъема путем монтажа термоусаживаемой трубки (heat shrink) — самый доступный с точки зрения инвестиций и квалификации персонала, используется в основном на этапе создания опытных образцов, но сборка выглядит недостаточно эстетично. Вывод кабеля можно сделать под прямым углом или по прямой,

выбрав соответствующую модель термоусадки. Компания ODU использует данную технологию только для производства единичных образцов. Но для некоторых вариантов применения с монтажом кабеля по месту такой способ является единственно возможным.

Следует особо отметить опцию вывода кабеля разъемов ODU AMC с защелкой 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°.

Делая выбор между сериями, следует принимать во внимание реализацию системы ключей (кодирования) 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 благодаря своей конструкции ODU AMC 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. 6): каждому из четырех ключей соответствует свой цвет (бежевый, зеленый, красный и синий). Причем цветовое кодирование не допускает демаскировки (цветные элементы заметны только в разомкнутом состоянии). Как видно на рис. 6а, на приборной части в выбранный цвет окрашена плоскость контактной вставки, а на кабельной — цветное кольцо.

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).

Разъемы ODU AMC Easy-Clean (рис. 7) с гладкой контактной поверхностью и простой очисткой с одной стороны и с подпружиненными контактами — с другой всегда вызывают интерес разработчиков. При соединении подпружиненный контакт придавливается к гладкой контактной поверхности ответной части (то есть на гладкой поверхности есть контактные площадки, но нет отверстий под контакт).

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

Разъемы ODU MINI-SNAP F (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 (рис. 2б) с кодированием за счет контактного блока (две полусферы) применяются крайне редко, а вот коаксиальные, особенно в размере 00, часто используются

Таблица 2. Коаксиальные разъемы ODU

Разъем	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



Рис. 6. Совмещенное цветовое и механическое кодирование разъемов семейства ODU AMC: а) цветовое кодирование ODU AMC; б) цветовое кодирование ODU AMC Easy-Clean; в) цветовое кодирование ODU AMC High-Density



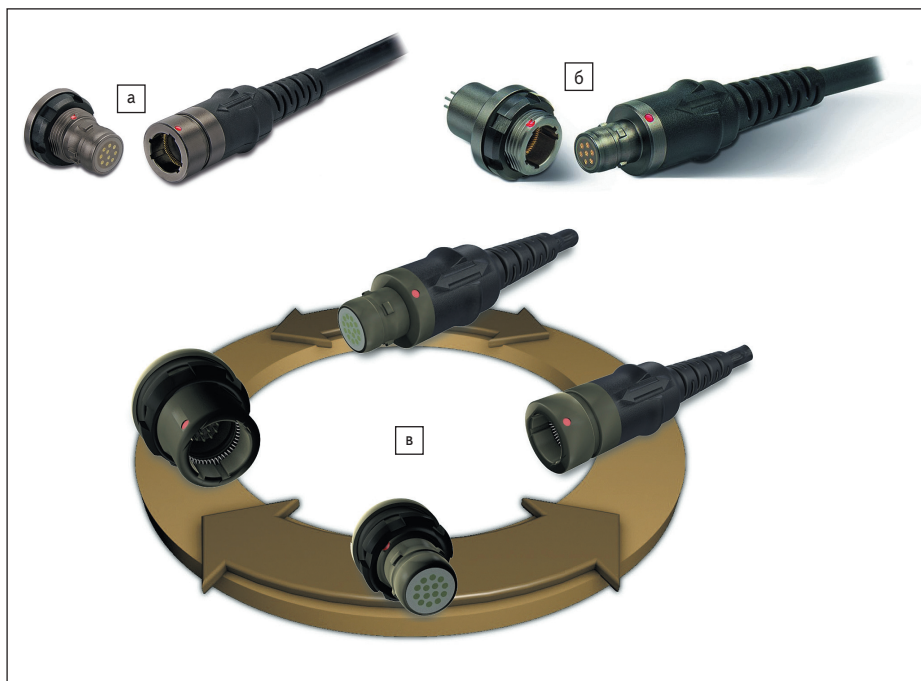


Рис. 7. Разъемы с простой очисткой ODU AMC Easy-Clean: а) легко очищаемая приборная часть; б) легко очищаемая кабельная часть; в) возможные варианты сочленения

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

Тип разъема	USB 2.0	Ethernet Cat 5 100 Мбит/с	Ethernet Cat 5E 1 Гбит/с	Ethernet Cat 6 A 100 Мбит/с	Ethernet Cat 6 A 10 Гбит/с	USB 3.1 Gen 1	HDMI 1.3
ODU AMC	+	+	+	+	+		
ODU AMC High-Density	+				5 Гбит/с	+	+
ODU MINI-SNAP L, K, B	+	+	+	+	+		
ODU MINI-SNAP F			+				

заказчиками. Основные характеристики приведены в таблице 2 (все соединители в данном случае рассчитаны на волновое сопротивление 50 Ом).

Что касается механизма соединения, информация о наличии или отсутствии Push-Pull-защелки и системы аварийного отсоединения Break-Away в той или иной серии представлена в таблице 1. Напомним, что защелка обеспечивает быструю и простую коммутацию, исключает случайное отсоединение при задевании кабеля. Разъем можно отсоединить, взявшись за его корпус, но не за кабельную 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 солдатской гарнитуры во избежание несчастных случаев. Соответственно, для возимой аппаратуры целесообразно выбирать разъемы с защелкой.

Для связанной аппаратуры, составляющей ядро систем солдатского снаряжения, чрезвычайно 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 специ-

альных вставок, используются на небольших скоростях. Доступные варианты соединений приведены в таблице 3.

Новые разработки в области передачи данных в основном внедряются в семейство ODU AMC. Так, в размере 2 появился разъем на 12 контактов для совмещенной передачи данных по протоколам Ethernet CAT 5E (гигабитный Ethernet) и USB 2.0.

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. Такие решения предусмотрены в семействе ODU MINI-SNAP, но не в ODU AMC. Почему? Дело в том, что разъемы ODU, как указано в каталогах, производятся в соответствии с IEC 61984:2008 (VDE 06277:2009) — без возможности коммутации под нагрузкой (COC), значит, особого смысла в обратной полярности нет. Если же 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).

Что касается различных применений разъемов, несомненно, это связанная аппаратура.

Так, разъемы ODU находят широкое применение в радиостанциях. Например, в портативной рации для соединения с гарнитурой используются разъемы ODU AMC Easy-Clean. Напомним, что наличие функции аварийного отсоединения (Break-Away) крайне важно для соединения гарнитуры с устройством, ведь это одно из условий безопасности военнослужащего. Кроме того, плоскую поверхность кабельной части такого разъема легко очистить при загрязнении.

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

Представляют интерес и такие применения, как гарнитуры и коммутаторы с активной системой шумоподавления (когда громкость в гарнитуре ограничивается до безопасного уровня, что позволяет солдату четко слышать необходимую информацию в боевой обстановке и при этом сберечь слух).

Например, датская компания InVisio использует ODU AMC в целом 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 г для V20 до 145 г для V60), обеспечить работоспособность при погружении в воду на глубину до 20 м и защиту слуха военнослужащих (рис. 9). InVisio использует гарнитуру-вкладыш, поскольку считается, что такая конструкция лучше всего предохраняет 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



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



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

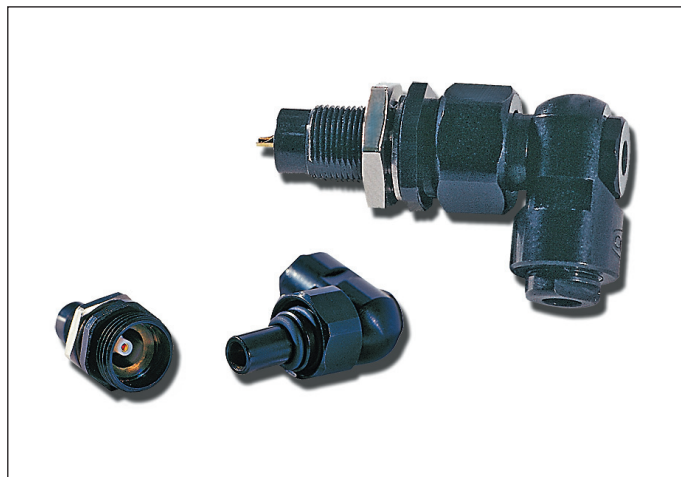


Рис. 10. Заказной разъем для приборов ночного видения

в сторону вкладыши, оставаясь при этом на связи. Для реализации подобного проекта компания ODU выполнила особые требования заказчика к цветовой 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.

Кроме связанной аппаратуры, в качестве примеров применения соединителей следует упомянуть приборы наблюдения, в которых используется несколько вариантов разъемов ODU. Наши заказчики применяют в портативных тепловизорах разъемы семейства ODU AMC, в частности ODU AMC Easy-Clean. Стоит назвать и заказное решение малогабаритного черного соединителя для приборов ночного видения (рис. 10). Его особенность — винтовая фиксация, он выпускается со вставками размера 00 (коаксиальные или на 2–4 контакта), с прямым или угловым ка-

бельным выводом. Уровень защиты разъема — IP68 в сомкнутом состоянии.

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

### Литература

1. [www.odu.ru](http://www.odu.ru)
2. <http://www.invisio.com/>
3. Der Steckverbinder 02/2016