

# ПРОГРАММИРУЕМЫЕ РАДИОСТАНЦИИ – БУДУЩЕЕ ТАКТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

Военные операции последних десятилетий все больше носят коалиционный характер. При этом на первый план выходит оперативное управление войсками, а основное средство для этого – системы тактической связи. Однако различные военные ведомства даже одной страны (ВВС, ВМС, сухопутные силы и т.п.) зачастую используют различные системы связи. Что же говорить об операциях, в которых принимают участие войсковые соединения различных стран!

Выходом из тупиковой, казалось бы, ситуации стало развитие концепции “программируемого радио” – системы, где все не унифицируемые связные функции реализуются программно. Реальной стала перспектива, когда наземные силы могут с помощью своих штатных радиостанций непосредственно связываться с подразделениями тактической авиации и не прибегать для этого к коммерческой телефонной связи, как, например, в Гренаде или во время “Бури в пустыне”.

**В**оенные связные станции тактического назначения служат для засекреченного обмена информацией – голосовыми сообщениями, данными, видео – в диапазоне от мегагерц до гигагерц. Основные требования к таким системам – повышенный уровень засекречивания связи и возможность работы в присутствии приемников радиоперехвата и действующих станций помех.

Одна из наиболее серьезных проблем развития тактических связных систем – несовместимость средств связи различных военных ведомств как одной страны, так и разных стран союзников. В частности, это отчетливо проявилось во время воздушной кампании стран НАТО над Косово в 1999 году, когда самолеты Германии и США выполняли одно и то же боевое задание, их бортовые радиостанции работали в одних и тех же диапазонах и режимах, однако летчики принимали распоряжения каждый от своего командования. Дело в том, что у американцев уровень криптографической защи-

щенности был более высоким, поэтому сообщения, передаваемые на американские самолеты, нельзя было расшифровать на связных радиостанциях союзников. Однако если бы даже ВВС Германии и были предоставлены соответствующие криптографические средства, модификация связной аппаратуры в полевых условиях вылилась бы в большую проблему. Современная радиостанция военного назначения – это чрезвычайно сложное устройство, включающее специализированные интегральные схемы и аппаратные модули. Для изменения функций или рабочих режимов необходимо вносить изменения в аппаратуру – маловероятно, что такую работу можно выполнить в широких масштабах в полевых условиях.

Решить проблему совместимости призвана технология так называемых программируемых радиостанций SDR (software-defined radio). SDR-станция, подобно персональному компьютеру, использует стандартные аппаратные средства для выполнения функций под управлением программного обеспечения. Хотя программируемые связные радиостанции и разрабатываются с 70-х годов, а некоторые модели даже состоят на вооружении, программные и аппаратные средства все еще тесно связаны друг с другом. Поэтому большие надежды возлагают на открытую архитектуру SDR-радиостанций следующего поколения, причем сами радиостанции могут выпускать одни производители, а функции и режимы работы будет определять ПО других разработчиков. Технологические успехи в области совместимых программных средств, систем цифровой обработки сигналов и микропроцессоров делают подобные проекты реальными.

Первой удачной попыткой в этой области явился проект МО США SPEAKeasy I, целью которого было создание мультидиапазонной, многорежимной SDR-радиостанции, позволяющей обмениваться информацией подразделениям различных военных ведомств. Эксперимент по проверке совместимости системы SPEAKeasy I был проведен ВВС США в 1993 году в Бедфорде. Аппаратура станции на основе плат с VME-шиной и сигнальных процессоров TMS320C30 размещалась в 6-футовой стойке (задачи минимизации не ставилось). Аналого-цифровое преобразование осуществлялось с промежуточной частоты. Станция могла работать в двух различных частотных диапазонах, поддерживая два различных интерфейса для связи между обычными аналоговыми радиостанциями СВ-диапазона (сухопутные силы) и станциями цифровой системы связи расширением спектра посредством частотных скачков HAVE QUICK (тактическая авиация).

В 1996–1997 годах компания Motorola разработала систему SPEAKeasy II, в ходе демонстрации которой в национальном учебном центре Форт-Ирвин (шт. Калифорния) сухопутные силы, оснащенные обычными аналоговыми портативными станциями, могли вести радиообмен с тактической авиацией, использующей систему



HAVE QUICK. Примечательно, что программы поддержки радиointерфейсов для этой задачи были написаны примерно в течение недели и переданы по модемной линии из лаборатории фирмы Motorola в Форт-Ирвин и в полевых условиях загружены в станцию SPEAKeasy II.

Успешные демонстрации системы SPEAKeasy привели к созданию группы SDR-форум (ранее MMITS-форум – Modular Multifunction Information Transfer System Forum), объединившей более 50 компаний. Целью организации стало ускорение разработки, развертывания и использования SDR-радиостанций, а также содействие внедрению открытой архитектуры для аппаратных средств. Рабочие комитеты в составе этой группы фирм занимаются различными техническими проблемами, относящимися к базовым станциям и антеннам, портативным и мобильным устройствам, а также к загрузке программного обеспечения. Открытая архитектура позволяет различным производителям создавать программные средства для радиоаппаратуры так же просто, как это делается сегодня для персональных компьютеров.

В США основная программа, использующая технологию SDR, – объединенная тактическая система радиосвязи JTRS (Joint Tactical Radio System), которую можно рассматривать как развитие проекта SPEAKeasy. Цель программы – выпуск семейства тактических радиостанций для передачи речевых сообщений, видео и данных в диапазоне от 2 МГц до 2 ГГц в условиях прямой и не прямой видимости. Работами по программе JTRS руководит “команда коммуникаций и электроники” (Communications-Electronics Command) армии США, однако все работы проводятся на контрактной основе. Так, архитектуру радиостанций для JTRS разрабатывает консорциум компаний во главе с Raytheon Command, Control, Communications and Information Systems, включающий также ITT Industries, Rockwell Collins и Marconi CNI Division. В декабре 2000 года эта группа представила вариант архитектуры связанных программных средств SCA (Software Communications Architecture). На ее основе в ходе так называемых этапов Step 1 и Step 2A будут разрабатываться приложения для семейства радиостанций JTRS.

На этапе Step 2B ряд фирм, в том числе Harris, Boeing, Motorola и подразделение компании Thales (ранее – Thomson-CSF Racal Communications, США) проверяют возможности интеграции аппаратных средств и написания программ независимыми разработчиками в рамках архитектуры SCA. На этапе Step 2C компания BAE SYSTEMS должна создать рабочие прототипы станций с целью оценки сетевых характеристик архитектуры SCA.

Компания Harris в работах по проекту использует радиостанцию AN/PRC-117(C) Falcon II, уже поставляемую для ВМС США. Основная особенность этой мультдиапазонной многорежимной станции – возможность программного репрограммирования. Компания видит приоритетную задачу в повышении канальной емкости своих радиосистем за счет увеличения их спектральной эффективности в высокочастотном диапазоне. Для этого исследуются новые виды модуляции и радиointерфейсы.

Компания Motorola на этапе Step 2B занимается верификацией архитектуры SCA на базе прототипа программируемой радиостанции DMR (Digital Modular Radio), создаваемой по отдельному контракту с ВМС США. DMR – предшественница JTRS, поддерживает радиointерфейсы систем связи DAMA, HAVE QUICK и SINGGARS (Single Channel Ground and Air-borne Radio System – одноканальная СВЧ/ЧМ-система наземной и воздушной радиосвязи), а также обмен данными по Link 4A и Link 11. Motorola адаптировала свою DMR к архитектуре SCA и уже продемонстрировала систему с поддержкой частотной и амплитудной модуляции. Специалисты фирмы так-

же документировали интерфейс программных приложений (API, Applications Programming Interface), необходимый для разработки ПО для JTRS третьими фирмами.

Велик интерес к созданию программируемых радиостанций и в Европе. Так, МО Великобритании поддерживает проект программируемого цифрового радио PDR (Programmable Digital Radio), в котором участвуют фирма Raytheon и одно из подразделений (бывшая компания Racal Electronics, Великобритания) компании Thales (ранее – Thomson-CSF). Цель первого этапа программы – создание программируемой цифровой радиостанции на основе серийной аппаратуры и стандартных интерфейсов. Для этого компании разрабатывают три ключевых компонента “компилятора радиointерфейсов” для PDR – язык программирования, его интерпретатор и объектную библиотеку. На втором этапе планируется реализовать заданные радиointерфейсы для множества цифровых станций.

Другое подразделение компании Thales (ранее – Thomson-CSF Comsys, Франция) и фирма EADS (ранее – DaimlerChrysler Aerospace, Германия) работают по франко-германскому правительственному проекту, предусматривающему создание сети радиостанций, узлами которых станут мультдиапазонные многорежимные станции MMR-ADM (Multimode Multiband Radio-Advanced Demonstrator Model), аналогичные коммуникационным серверам. Создание прототипов MMR-ADM ожидается в 2002 году, испытания продлятся в 2003 году.

Ближе всего к поступлению на вооружение находится радиостанция M3TR компании Rohde & Schwarz. Ее основное достоинство – простота смены режима работы за счет загрузки соответствующего ПО. M3TR может поддерживать радиointерфейсы натовских систем HAVE QUICK I и II, SATURN и SECOS, а также таких стандартов, как SINGGARS, PR4G и SEM.

Радиостанция M3TR благодаря IP-интерфейсу может подключаться к сетям TCP/IP, обмениваться данными со скоростью до 64 Кбит/с, одновременно передавать речевые сообщения и данные по одному каналу. Хотя M3TR пока не производится, уже заключены контракты с тремя европейскими клиентами на проведение ее испытаний. Один из таких клиентов – управление МТО ВС Швеции, контракт с которым предусматривает тестирование передачи речевых сообщений и данных, работу с Интернетом и выполнение других сетевых функций. По результатам испытаний может быть принято решение о закупках радиостанций в первой половине 2002 года для оснащения ВС Швеции средствами цифровой связи на уровне батальона.

Радиостанция M3TR работает в диапазоне коротких, метровых и дециметровых волн, но не является широкополосным устройством. Ее радиочастотный модуль – аналоговый и не поддерживает цифровые программные приложения. Основная же проблема заключается в отсутствии широкополосных антенн для этой радиостанции.

Развитие программируемых радиостанций военного назначения тесно связано с рядом аппаратных и программных технологий, как уже освоенных, так и разрабатываемых. В частности, еще только предстоит решить проблему создания широкополосных антенн, способных работать в диапазоне от низких до сверхвысоких частот. Необходимы более совершенные широкополосные преобразователи частоты (понижающие и повышающие), широкополосные усилители мощности и маломощные усилители, процессоры для спектральной очистки сигналов, приборы на эффекте сверхпроводимости, а также перестраиваемые преселекторы. Кроме того, требуются АЦП/ЦАП, обеспечивающие преобразования с высокой спектральной чистотой и большим динамическим диапазоном для работы в сложной радиообстановке при наличии мощных умышленно

**Военные приемопередающие радиостанции тактического назначения зарубежных производителей**

Модель	Рабочие частоты, МГц+Ц	Число каналов	Выходная мощность, Вт	Тип данных	Скорость передачи данных, Кбит/с	Электронное радиопротиводействие	Противодействие перехвату/обнаружению	Функции GPS	Дополнительное оборудование и функции
Elta Electronics Industries Ltd., Израиль <a href="http://www.elta-iai.com">www.elta-iai.com</a>									
ARC 740	108–156/225–400	Нет данных	20	A+Ц	Нет данных	ЧС	Нет	Нет	100-Вт усилитель мощности/блок управления
Grintek Comms, IOAP <a href="http://www.grintek.com">www.grintek.com</a>									
TR2400	1,6–30	100	До 100	A+Ц	4,8	ЧС/шифр.	Нет данных	Реализуется внешним устройством	Терминал сообщений/зарядные устройства
TR2600	1,6–30	100	До 125	A+Ц	4,8	ЧС/шифр.	Нет данных	–	400-Вт усилитель мощности/устройство сопряжения с антенной
Harris Corp., RF Communications Div., США <a href="http://www.rfcomm.com">www.rfcomm.com</a>									
AN/PRC-117F	30–512	100	20	A+Ц	64	ЧС	Управление мощностью/оцифровка голоса	Да	50-Вт усилитель мощности
AN/PRC-150(C)	1,6–60	Нет данных	До 20	A+Ц	2,4 (9,6)	Как дополнительная функция	То же	Нет	Усилитель мощности до 400 Вт/устройство сопряжения с антенной
RF-5000 (AN/GRC-2310&VRC-129)	1,6–30	100	До 1000	A+Ц	48	ЧС	То же	Нет	Высокая скорость передачи данных/шифр.
RF 5800H-MP	1,6–60	75	До 20	A+Ц	96	ЧС	То же	Да	Внешний усилитель мощности до 400 Вт
RF-5800M-MP	30–512	100	До 20	A+Ц	64	ЧС	То же	Да	50-Вт усилитель мощности
RF-5800V-MP	30–108	Перестройка шагами по 10 кГц	До 10	A+Ц	64	ЧС	То же	Да	50-Вт усилитель мощности
ITT Industries Aerospace/Communications, США <a href="http://www.acd.itt.com">www.acd.itt.com</a>									
S1NCGARS ASIP RT-1702/PRC-119 E/VRC 87E	30–87,975	6	4,5	A+Ц	До 16	ЧС	Нет данных	Нет	GPS/встроенный маршрутизатор для операций с данными
L-3 Communication Systems-East, США <a href="http://www.L-3Com.com">www.L-3Com.com</a>									
Сверхширокополосная радиостанция для скрытой связи UWCR	3000–5000	"Бесконечно много"	<1	Ц	20000	Сигнал ниже уровня шума	Сверхширокополосный сигнал	Нет	Модуль шифрования данных
Rockwell Collins, США <a href="http://www.collins.rockwell.com">www.collins.rockwell.com</a>									
Приемник 95S-1A	0,005–2000	1000	–	A+Ц	19,6	–	–	Нет	OC Windows
AN/ARC-210	30–400	14240	10–23	–	До 80	SINCGARS	Планируется	Нет	Усилитель мощности для SATCOM /антенны
AN/GRC-171	225–400	7000	До 50	A+Ц	До 25	HQ/ЧС	–	Нет	Дистанционное управление/антенны
Семейство URG-III RT-2200	0,35–30	140	0,1	A	До 2,4	Нет	–	Нет	4-кВт усилитель мощности/устройство связи с антенной
UST-106	30–2500	Нет данных	<400	A+Ц	Нет данных	Есть	–	Да	Лаптоп
Rockwell Collins Government Systems, США <a href="http://www.collins.rockwell.com">www.collins.rockwell.com</a>									
AN/ARC-15U(V)8	2–30	280000	400	A	9,8	Есть	Нет данных	Нет	ALE
ARC-220	2–30	280000	175	Ц	5,8	Есть	Нет	Нет	То же
ARC-230	2–30	280000	400	Ц	До 19,2	Есть	Нет	Нет	То же
HF-9000	2–30	280000	175	A	9,6	Есть	Нет	Нет	Избирательный вызов
HF-900DD	2–30	280000	200	A+Ц	9,6	Есть	Нет	Нет	ALE/избирательный вызов
HF-950D	2–30	280000	400	A+Ц	9,6	Есть	Нет	Нет	То же
VRC-100	2–30	280000	175	Ц	9,8	Есть	Нет	Нет	ALE
Rohde & Schwarz, Германия <a href="http://www.rohde-schwarz.com">www.rohde-schwarz.com</a>									
MR 3000H	До 15	10000	20	A+Ц	До 64	ЧС	Да	Да	Усилитель мощности до 400 Вт/управление работой в сети
MR3000U	До 25	10000	10	A+Ц	64	ЧС	Да	Да	Усилитель мощности до 50 Вт/управление работой в сети
Thales Communications, Франция <a href="http://www.comsys.thomson-csf.com">www.comsys.thomson-csf.com</a>									
MBTR	30–512	100	До 5	Ц	Нет данных	ЧС	Да	Интерфейс	SINCGARS/HQ
PR4G	30–88	2320	До 50	A+Ц	16	ЧС	Да	Нет	Управление частотой и ключами
Systeme 3000	1,5–30	–	20	A+Ц	5–4	ЧС	Да	Нет	Усилитель мощности до 400 Вт/дистанционное управление
TRC 5010	420–450	20	Нет данных	A	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет	Наушники, источник питания
TRC 5101	30–88	100	Нет данных	A	До 4,8	Есть	Да	Нет	Наушники, добавочный усилитель
TRC 5102	30–88	100	Нет данных	A+Ц	До 4,8	Есть	Да	Нет	То же
Thales Defence Ltd., Великобритания <a href="http://www.thales-defence.co.uk">www.thales-defence.co.uk</a>									
Panther ERD/Panther P	30–88	Нет данных	Нет данных	Ц	9,6/16	ЧС	Нет данных	Да	Интерфейс RS-232
Panther H	1,5–30	100	До 100	A	3,6	ЧС	Да	Нет	Внешний кварц
Panther P	30–88	2320	До 500	A+Ц	16	ЧС	Да	Нет	Внешнее GPS-устройство
Panther V	30–108	3120	До 100	Ц	16	ЧС	Да	Да	Нет данных
Syncal 2000	1,6–30	284000	До 100	A	7,2	Нет данных	Нет данных	Нет	Нет данных



Размеры, см	Масса, кг	Платформа	Особенности
24,1x12,7x17,8	1,50	ЛА/наземная	–
26,9x22,9x7,6	4,09	Наземная/ портативная	ALE/шифр./дистанционное управление/вокодеры
43,9x48,3x13,0	Нет данных	То же	То же
34,3x26,7x8,1	4,45	Любая	SATCOM/SINCGARS/HQ/допускается погружение на глубину до 1 м
33,5x26,7x8,9	<4,54	Нет данных	ALE/ погружение на 1 м/ дистанционное управление
30,7x190,5x14,0	6,81	Любая	То же
33,5x26,7x8,9	<4,54	Любая	ALE/встроенный модем/ погружение на 1 м
34,3x26,7x8,1	4,45	Любая	HQ/дистанционное управление/ погружение на 1 м
34,3x18,3x8,1	3,41	Любая	Дистанционное управление/ погружение на 1 м
11 см <sup>3</sup>	4,09	Любая	Перепрограммирование/ встроенная самопроверка
Нет данных	Нет данных	ЛА	Для работы "воздух-воздух"/ практически невозможно обнаружить
37,6x48,3x29,7	4,09	ЛА/наземная/ корабельная	Гомодинамная архитектура/ единый задающий генератор
25,1x12,7x14,2	5,54	Любая	Программное репрограммирование/ спутниковая связь
54,6x48,3x22,1	31,78	Наземная/ корабельная	Включает несколько версий
40,9x48,3x13,5	9,08	Наземная	Программное управление / удовлетворяет требованиям Mil-Std-188-141B
Различные	22,70	ЛА/наземная/ корабельная	Предназначена для связи на поле боя
50,3x25,7x19,3	21,34	ЛА/наземная	–
35,6x10,7x19,3	5,90	ЛА	–
46,2x25,7x19,6	18,16	ЛА	–
32,0x142,2x19,3	8,54	ЛА	–
32,0x172,7x19,3	9,53	ЛА	–
44,5x25,7x19,6	20,43	ЛА	–
56,6x58,2x22,4	39,95	Наземная/ корабельная	–
30,5x45,7x7,6	3,50	Любая	Коротковолновая многодиапазонная радиостанция
30,5x45,7x7,6	3,50	Любая	То же
21,3x6,6x3,8	<0,91	Портативная	Многодиапазонный интерфейс/ станция для связи внутри группы
7,4x1,8x23,9	<1,00 (портатив- ный вариант)	ЛА/наземная/ портативная	Современная радиостанция для сетевой работы на поле боя
14,9 см <sup>3</sup>	3,68 (портативный вариант)	Наземная/ портативная	Образует полную автоматическую систему зашифрованной связи
5,6x3,0x10,7	0,15	Портативная	Используется для переговоров в пределах отделения при боевых действиях в условиях города
7,4x4,6x14,0	0,54	То же	–
7,4x4,6x14,0	0,54	То же	–
4,6x7,6x17,0	0,91	Наземная	Режим передачи коротких сообщений /многостанционный доступ
20,6x15,5x7,6	2,59	То же	Программируемые частотные скачки
16,8x7,6x4,1	0,91	То же	Режим передачи коротких сообщений/ многостанционный доступ
20,3x22,9x8,9	4,31	Любая	То же
23,6x22,9x7,6	4,49	Любая	ALE в соответствии с MilStd 181

создаваемых радиопомех. Важную роль играет развитие элементной базы для цифровой обработки сигналов, в том числе специализированных ИС и программируемых логических ИС.

Важнейшее значение приобретает разработка стандарта глобального радиоинтерфейса GRI (Global Radio Interface) для передачи ПО для динамической реализации новых функций, поскольку программируемые радиостанции военного назначения должны поддерживать интерфейсы всех мультимедийных сетей, в которых они работают.

В заключение отметим, что программируемые станции могут выполнять не только чисто связные функции. Так, в соответствии с концепцией SS (Spectrum Supremacy), несколько радиостанций типа SPEAKEasy II можно использовать для определения местоположения радиостанций противника. В целом же переход от традиционных одноканальных однодиапазонных к стандартизованным многоканальным многодиапазонным радиостанциям – непростая проблема, требующая не только разработки соответствующих технологий, но и новой политики в области закупок, эксплуатации, материально-технического обеспечения и сопровождения соответствующих связных средств.

**В таблице:** ALE – автоматическая установка соединения; GPS – глобальная система позиционирования; HQ – система HAVE QUICK; SATCOM – спутниковая связь; ЛА – летательный аппарат; ЧС – частотные скачки; шифр. – шифрование

По материалам Microwave Journal, 2001, v. 44, № 3  
и Journal of Electronic Defense, 2001, v. 24, № 5.