

Техническое извещение 08

## **УПРАВЛЕНИЕ РАБОТОЙ ПОЛУПОГРУЖАЕМЫХ АВТОНОМНЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЗКОПОЛОСНЫХ РАДИОМОДЕМОВ УКВ ДИАПАЗОНА**

*В настоящем техническом извещении представлена краткая информация об использовании узкополосных радиомодемов в системе управления и мониторинга работы полупогружаемых автономных подводных аппаратов.*

*(Составлено по материалам канадской компании Dataradio, ныне Calamp [www.calamp.com](http://www.calamp.com)).*

Автономные подводные аппараты (АПА) используются для решения достаточно широкого круга задач как военного, так и гражданского назначения. К ним относятся следующие:

- гидрографические исследования;
- мониторинг состояния (инспекция) подводных трубопроводов и сооружений;
- поиск и уничтожение морских мин;
- разведка маршрутов движения в интересах морской навигации;
- океанографические исследования;
- мониторинг окружающей среды.



Автономный подводный аппарат. (Фото с сайта компании ISE <https://ise.bc.ca>)

Полупогружаемые автономные подводные аппараты представляют собой разновидность АПА, отдельные элементы корпуса которых при выполнении задач функционального предназначения остаются на поверхности. Такой аппарат может оснащаться различной аппаратурой, устанавливаемой внутри или снаружи корпуса, и решать задачи самостоятельно, либо буксировать другой АПА, погружаемый на большую глубину.

Впервые узкополосные радиомодемы УКВ диапазона были использованы для управления и мониторинга работы полупогружаемых АПА в начале 90-х годов прошлого столетия специалистами канадской компания ISE (International Submarine Engineering,

[www.ise.bc.ca](http://www.ise.bc.ca)) для ведения гидрографической разведки<sup>1</sup> и картографирования дна. Собственно аппарат погружался на глубину до пяти метров. При этом надстройка корпуса, в которой размещалось оборудование обмена данными, находилась на поверхности.

На борту первого аппарата была установлена пятипортовая модель радиомодема APR (Asynchronous Packet Radiomodem), работавшая на скорости 4,8 или 9,6 кбит/с в дуплексном режиме. По радиоканалу передавалась как управляющая информация, так и полученные в процессе работы данные. Поскольку собственной выходной мощности радиомодема было недостаточно для поддержания над водной поверхностью устойчивой связи на заданную дальность, к нему был подключен 30-ватный внешний усилитель. Технические характеристики радиомодема APR представлены в Таблице 1.

Таблица 1. Технические характеристики радиомодема APR.

Общие характеристики	
Диапазон частот, МГц	403-430, 450-512
Шаг сетки частот, кГц	25
Рабочее напряжение, В	12 (постоянный ток), 110-220 (переменный ток)
Рабочая температура, °С	от -30 до 60
Масса (в упаковке), кг	6
Рабочий режим	Симплекс, полудуплекс, дуплекс
<b>Приемник</b>	
Достоверность передаваемых данных (вероятность возникновения ошибки)	1 x 10 <sup>-11</sup> BER
<b>Передатчик</b>	
Полоса пропускания без подстройки, МГц	23
Выходная мощность при напряжении 13,6 В, Вт	2 или 5
Импеданс, Ом	50
Цикл работы на передачу, %	100
Стабильность частоты, ppm	1,0
Интерфейсы	1, 3 или 5 RS-232 (DB9)
Антенный порт	N-типа

<sup>1</sup> **Гидрографическая разведка** - добывание сведений о навигационно-гидрографической и гидрологической обстановке, изменениях в навигационном оборудовании океанских (морских) театров военных действий (ТВД), анализ и обработка полученной информации, доведение ее до потребителей; составная часть морской разведки. Для ведения гидрографической разведки используют надводные корабли (суда), подводные лодки, летательные аппараты и другие средства. (Военная энциклопедия, <https://encyclopedia.mil.ru/encyclopedia/dictionary/details.htm?id=5195@morfDictionary>).

Модем	
Скорость, кбит/с	2,4; 4,8 или 9,6
Индикация	Питание, состояние, прием/передача
Встроенный протокол	CARMA (Collision Avoidance Radio Multiple Access)

Современные полупогружаемые АПА полностью роботизированы и способны самостоятельно работать в автономном режиме в течение продолжительного времени. Однако, в идеале, оператору аппарата должны быть доступны следующие возможности:

- непрерывного контроля местоположения полупогружаемого АПА в масштабе времени, близком к реальному;
- периодического мониторинга оперативного состояния аппарата и результатов выполненных работ;
- контроля в реальном масштабе времени технического состояния полупогружаемого автономного аппарата и бортовой аппаратуры;
- корректировки задания в процессе его выполнения без вывода аппарата из оперативной зоны;
- внепланового прекращения выполнения задания.

Многолетний опыт эксплуатации узкополосных радиомодемов на борту полупогружаемых автономных подводных аппаратов оказался настолько успешным, что компания продолжила их использование на своих перспективных моделях. Так, на полупогружаемом АПА «Дорадо» дуплексный радиоканал организован с использованием радиомодемов Guardian-400 модели 140-5046-301.



Современный полупогружаемый автономный подводный аппарат «Дорадо» с буксируемым АПА «Аврора». (Фото с сайта компании ISE <https://ise.bc.ca>)

Технические характеристики дуплексного (двухпортового) радиомодема Guardian-400 представлены в Таблице 2.

Таблица 2. Технические характеристики радиомодема Guardian-400 140-5046-301.

Общие характеристики	Радиомодем Guardian-400 140-5046-301
Диапазон частот, МГц	406-470
Шаг сетки частот, кГц	25 или 12,5 (настраивается программно)
Тип излучения	9K55F1D, 9K35F1D, 11K6F1D, 14K6F1D, 16K4F1D
Потребляемый ток:	
- прием, мА	360 (10 В); 200 (20 В); 150 (30 В)
- передача 40 дБм (10 Вт), А	4,6 (10 В); 2,04 (20 В); 1,37 (30 В)
- передача 30 дБм (1 Вт), А	1,2-3,6 (10 В); 0,6-1,8 (20 В); 0,4-1,2 (30 В)
Номинальная задержка при холодном старте, с	20
Рабочее напряжение, В	10-30, постоянный ток
Рабочая температура, °С	от -30 до 60
Температура хранения, °С	от -45 до 85
Влажность, %	5-95 (без образования конденсата)
Габаритные размеры, см	13,97 (Ш) x 10,80 (Г) x 5,40 (В)
Масса (в упаковке), кг	1,1
Рабочий режим	дуплекс
<b>Приемник</b>	
Чувствительность (вероятность ошибки $1 \times 10^{-6}$ ), дБм:	
- 25 кГц	-100 (19,2 кбит/с), -107 (9,6 кбит/с), -110 (4,8 кбит/с)
- 12,5 кГц	-107 (9,6 кбит/с), -110 (4,8 кбит/с)
Подавление помех по соседнему каналу, дБ	60/12,5 кГц; 70/25 кГц
Интермодуляция, дБ	>75
Избирательность, дБ	>70/25 кГц; >60/12,5 кГц
<b>Передатчик</b>	
Полоса пропускания без подстройки, МГц	64
Выходная мощность при напряжении 13,6 В, Вт	1-10
Время атаки, мс	<1
Время переключения между каналами, мс	<15
Импеданс, Ом	50
Цикл работы на передачу, %	100
Стабильность частоты, ppm	1,0
Интерфейсы	RS-232 (DB9)

Антенна	TNC (мама) – прием/передача, SMA (мама) – прием
<b>Модем</b>	
Скорость, кбит/с	4,8; 9,6; 19,2
Индикация	Питание, состояние, подключение к ЛВС, работа ЛВС, прием/передача
Вид модуляции	2FSK

Несмотря на то, что максимальная скорость обмена данными вышеуказанного радиомодема составляет 19,2 кбит/с, беспроводный канал обмена данными с полупогружаемым автономным подводным аппаратом «Дорадо» работает на скорости 9,6 кбит/с. Намеренное снижение скорости обмена данными позволяет повысить надежность и увеличить дальность связи при приемлемой пропускной способности радиоканала.



Погрузка полупогружаемого АПА «Дорадо» на транспортный самолет C-177 ВВС Канады. (Фото с сайта компании ISE <https://ise.bc.ca>)



Полупогружаемый АПА «Дорадо» в процессе эксплуатации.

(Фото с сайта компании ISE <https://ise.bc.ca>)

Использование узкополосных радиомодемов УКВ диапазона в системе управления и мониторинга работы полупогружаемого АПА позволяет отнести рабочее место его оператора на достаточно большое удаление, разместив его на борту летательного аппарата или надводного судна. При этом все данные, включая получаемую в процессе работы

оперативную информацию и служебную информацию о техническом состоянии аппарата и размещенной на его борту аппаратуры, будут доступны оператору в реальном масштабе времени.

ООО «Независимый исследовательский центр  
перспективных разработок» (ИЦПР)

**Flexlab**  
с 1991 года

115583, Москва, ул. Генерала Белова 26, офис 519

Тел. +7 (499) 113 26 98

Факс. +7 (499) 113 26 98

Моб. +7 (915) 465 72 89

E-mail: [sm@flexlab.ru](mailto:sm@flexlab.ru)

<http://www.flexlab.ru>