

# Мобильные малоразмерные VSAT-терминалы ООО "Технологии Радиосвязи"



**Владимир Бобков**

Генеральный директор  
ООО "Технологии Радиосвязи", к.т.н.

**В** связи с развитием новых технологий, появлением беспилотных устройств, повышением интереса к малоразмерным мобильным устройствам, а также создаваемыми новыми системами спутниковой связи (ССС) на негеостационарных орбитах, прежде всего "Экспресс-РВ" и "Рассвет", в настоящее время особенно актуальны терминалы с минимальными размерами и массой.

С точки зрения терминологии к малоразмерным мобильным терминалам можно отнести следующие:

- обеспечивающие связь в движении (SOTM);
- переносимые/перевозимые в кейсах/рюкзаках (Flyaway) с ручным наведением;
- переносимые/перевозимые в кейсах/рюкзаках (Flyaway) моторизованные с автоматически наведением.

Действующие и создаваемые ССС России представлены в табл. 1. Анализ приведенных данных показывает, что в настоящее время работа терминалов возможна только через КА на геостационарной орбите (ГСО), в перспективе — через КА на

ООО "Технологии Радиосвязи" с 2015 г. проводит планомерную работу по разработке и производству малоразмерных терминалов спутниковой связи различного назначения и диапазонов частот. Выпущено более 140 терминалов С-, Х-, КИ- и Ка-диапазонов.



**Николай Звантцов**

Технический директор  
ООО "Технологии Радиосвязи", к.т.н.

низкой круговой орбите (НКО) и высокоэллиптической орбите (ВЭО). Доступные для использования диапазоны частот — КИ и Ка. Наименьшие размеры антенн в различных ССС определяются нормативными документами [1] и индивидуально владельцами спутников в зависимости от электромагнитной обстановки (ЭМО), с учетом ограничений по ЭИИМ терминалов.

## Терминал КИ-диапазона с антенной 0,35 м



Рис. 1



**Александр Бобков**

Инженер  
ООО "Технологии Радиосвязи"

Для систем с КА на ГСО ("Экспресс", "Ямал", "Луч"):

- Ка-диапазон — 0,3 м с ограничениями;
- КИ-диапазон — 0,6 м, 0,3 м с ограничениями;
- С-диапазон — 1,2 м.

Для ССС "Экспресс-РВ" (ВЭО, КИ-диапазон) прописаны номиналы антенн 0,5 м (АФАР), 0,6 м, 0,9 м и 1,2 м. Для ССС "Рассвет" (НКО, КИ- и Ка-диапазоны) планируется исполь-

## Терминал Ка-диапазона с антенной 0,35 м



Рис. 2



## Терминал 0,35 м, установленный на БПЛА



Рис. 3

## Терминал 0,35 м, установленный на вертолете



Рис. 4

## Тестирование терминала 0,35 м на автомобиле



Рис. 5

## ССС, действующие и создаваемые в России

№	Система	Статус	Орбита	Диапазон
1.	“Экспресс”	Действует	ГСО	C, Ku, Ka
2.	“Ямал”	Действует	ГСО	C, Ku, Ka
3.	“Луч”	Действует	ГСО	Ku
4.	“Гонец”	Действует	НКО	P
5.	“Экспресс-РВ”	В реализации	ВЭО	Ku
6.	“Рассвет”	В реализации	НКО	Ku, Ka

Таблица 1

зование терминалов с антенными 0,3 м и 0,6 м.

При использовании малоразмерных антенн из-за большой ширины диаграммы направленности антенн остро стоит вопрос ЭМС с другими системами. При невозможности обеспечить требования нормативных документов для работы должны применяться сигналы (и соответственно, модемы) с расширением спектра (spread spectrum signal) или шумоподобные сигналы (ШПС).

## Спутниковые терминалы 0,35 м Ка- и Ку-диапазонов

ООО “Технологии Радиосвязи” имеет на сегодняшний день два готовых решения с антенной 0,35 м для работы в Ка- или Ку-диапазоне (рис. 1 и 2). Данные терминалы по своим параметрам, в частности компактности и малой массе, не имеют аналогов в мире.

## Особенности терминалов 0,35 м

- Масса менее 6 кг.
- Материал рефлектора – углепластик;
- Встроенный трансивер (LNB/BUC) 16 Вт в Ку-диапазоне, 10 Вт – в Ка-диапазоне.
- Скорость перемещения по АЗ и УМ до 100 град/с.

- Подстройка и переключение поляризации (в том числе, круговой на противоположную).
- Встроенный модем заказчика.
- Установка с радиопрозрачным укрытием (РПУ) или без него.
- Скорость передачи до 8 Мбит/с, приема до 90 Мбит/с (в Ка-диапазоне).

## Технологические особенности

- Высокая степень интеграции.
- Единый корпус, выполненный из алюминиевого сплава на 3D-принтере.
- Электродвигатели BLDC прямого привода.
- Встроенные в драйвер датчик углового положения и энкодер.

## Режимы работы терминала 0,35 м

Используемый сигнал	ШПС	Расширение спектра в обратном канале	Стандартный
Применяемый модем	Интел	Стар-Т	Gilat
Скорости в каналах:			
* на передачу	10–300 кбит/с	12 кбит/с	До 8 Мбит/с
* на прием	10–300 кбит/с	300 кбит/с	До 90 Мбит/с
Диапазон частот	Ku	Ku	Ka
Радиолиния	0,35 м ↔ 0,5 м	0,35 м ↔ Hub	0,35 м ↔ Hub

Таблица 2



Рис. 6

**Драйвер BLDC двигателя ТИШЖ.431213.053 в сборе с двигателем**



Рис. 7

**Примеры малоразмерных терминалов с оффсетной параболической антенной 0,5 м и плоской антенной 0,6 м**



Рис. 8

- Установка дополнительного оборудования — опорного генератора, инжектора 10 МГц, источников питания.
- Разработан драйвер двигателя BLDC.
- Разработано малоразмерное ОПУ.
- Разработано ПО верхнего уровня. Дальнейшие работы по локализации и ее глубина будут зависеть от потребностей заказчика.

В рамках работ по локализации ООО “Технологии Радиосвязи” разработало и серийно производит малогабаритные ОПУ двух типов — с массой полезной нагрузки до 10 кг и до 30 кг. Внешний вид ОПУ показан на рис. 6.

## Преимущества и недостатки АФАР с электронным сканированием

Преимущества АФАР	Недостатки АФАР
Отсутствие механических частей ⇒ крупносерийное производство ⇒ снижение стоимости и повышение надежности	Ограничения при работе с ГСО: минимальный угол места 30°
Наличие нескольких лучей для бесшовного перехода с КА на КА (хэндвера) при работе в ССС с КА на НГСО	Принципиальное уменьшение коэффициента усиления при отклонении луча от нормали
	Ограничения по эквивалентному диаметру — технологические ограничения не более 0,6 м
	Импортная компонентная база, особенно в части микросхем, обеспечивающих формирование луча (beam former)
	Как следствие, трудности с определением цен на терминалы АФАР

Таблица 3

ной связи и БШД, логопериодические и рупорные антенны и т.д. [2].

## Несколько слов про АФАР с электронным сканированием

Тема сегодня очень актуальная, поэтому еще раз хотелось бы отметить плюсы и минусы данного решения (см. табл. 3).

Таким образом, преимущества АФАР становятся существенными при значительном насыщении спутниковой группировки и крупносерийном производстве терминалов. Если эти два фактора будут достигнуты, то тогда мы увидим хорошее конкурентоспособное решение.

Параболические антенны — все вопросы решены, цены понятны, требуемые функции выполняются, то есть это готовые решения, которые могут быть использованы в действующих и создаваемых ССС уже сейчас.

## Литература

1. Решение ГКРЧ от 19.02.2010 № 10-06-01-3 (для ССС “Ямал” и “Экспресс”).
2. Бобков В., Званцугов Н., Бобков А. Комплексы на базе малогабаритных опорно-поворотных устройств ООО “Технологии Радиосвязи” // Специальный выпуск “Спутниковая связь и вещание — 2025”. 2024.

Более подробно ознакомиться с оборудованием можно на сайте [www.rc-tech.ru](http://www.rc-tech.ru).



**Технологии  
Радиосвязи**®

Адреса и телефоны  
ООО “ТЕХНОЛОГИИ  
РАДИОСВЯЗИ”  
см. стр. 100 “Информация о компаниях”

Реклама

