

# МООО "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 C-, X-, Ku- и Ka-диапазонов.

## 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 СССР 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



**Николай Званцов**

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

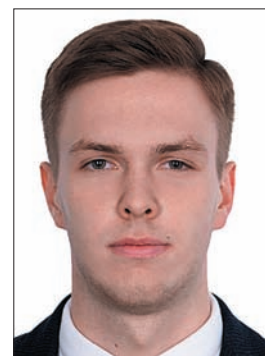
низкой круговой орбите (НКО) и высокоэллиптической орбите (ВЭО). Доступные для использования диапазоны частот — Ku и Ka.

Наименьшие размеры антенн в разных СССР определяются нормативными документами [1] и индивидуально владельцами спутников в зависимости от электромагнитной обстановки (ЭМО), с учетом ограничений по ЭИИМ терминалов.

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



**Рис. 1**



**Александр Бобков**

Инженер  
ООО "Технологии Радиосвязи"

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

- Ka-диапазон — 0,3 м с ограничениями;
- Ku-диапазон — 0,6 м, 0,3 м с ограничениями;
- C-диапазон — 1,2 м.

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

#### Терминал Ka-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	С, Ку, Ка
2.	“Ямал”	Действует	ГСО	С, Ку, Ка
3.	“Луч”	Действует	ГСО	Ку
4.	“Гонец”	Действует	НКО	Р
5.	“Экспресс-РВ”	В реализации	ВЭО	Ку
6.	“Рассвет”	В реализации	НКО	Ку, Ка

Таблица 1

зование терминалов с антеннами 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	Интеп	Стар-Т	Gilat
Скорости в каналах: * на передачу * на прием	10–300 кбит/с 10–300 кбит/с	12 кбит/с 300 кбит/с	До 8 Мбит/с До 90 Мбит/с
Диапазон частот	Ку	Ку	Ка
Радиолиния	0,35 м ↔ 0,5 м	0,35 м ↔ Hub	0,35 м ↔ Hub

Таблица 2

Антенны выпускаются серийно, выпущено более 500 штук.

Терминалы 0,35 м могут применяться в любых ССС, и действующих на ГСО, и создаваемых — на ВЭО и НКО. Обеспечиваются режимы работы как связь в движении, так и фиксированный терминал для систем НГСО.

Компактность и легкость конструкции дает широкие возможности по сферам применения: БПЛА, вертолеты, БЭК, автотранспорт, ж/д транспорт (рис. 3 и 4).

### Испытания

С начала 2025 г. проведено более 20 испытаний и демонстраций возможностей терминала различным заказчикам, в том числе ФГУП “Космическая связь”, АО “Газпром космические системы”, другим заинтересованным заказчикам (рис. 5).

Режимы работы, реализованные при проведении испытаний, приведены в табл. 2.

### Локализация производства в России

Подписан протокол о намерениях о локализации производства антенн 0,35 м в России, проведен первый этап работ:

- Установка модема ШПС (ООО “Интеп”) и модема с расширением спектра (ООО “Стар-Т”).



Рис. 6

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

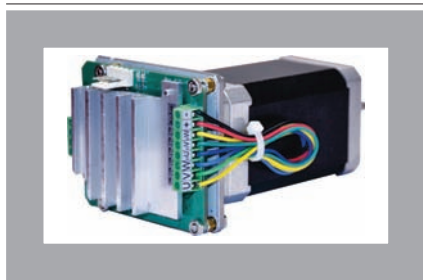


Рис. 7

## Примеры малоразмерных тер- миналов с офсетной 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 (хэндовера) при работе в CCC 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

## Основные параметры малогабаритных ОПУ

- Тип ОПУ: 1- или 2-осное.
- Азимут  $\pm 270^\circ$  или  $N \cdot 360^\circ$ .
- Угол места  $-5 \dots 185^\circ$ .
- Скорость перемещения  $0,02 \dots 30^\circ/\text{с}$ .
- BLDC-двигатели с энкодерами.
- Абсолютные датчики углового положения (опция).
- Контроль и управление: RS-485 или Ethernet.

Необходимо отметить, что данные ОПУ разработаны именно для связных терминалов и поэтому в отличие от других имеют следующие преимущества:

- высокая точность позиционирования за счет применения датчиков углового положения (ДУП) с разрядностью до 21;
- реализация режима автосопровождения за счет встроенного приемника сигнала наведения (ПЧН);
- реализация режима поиска и наведения на КА за счет встроенного инклинометра и приемника ГЛОНАСС/GPS;
- совместимость с различными типами модемного оборудования.

В рамках работ по локализации также разработаны и серийно изготавливаются драйверы для BLDC-двигателей с максимальным пиковым током до 8 А и встроенными датчиками углового положения с разрядностью до 21 (рис. 7).

На базе описанных двух типов ОПУ могут быть реализованы различные терминалы, как с параболическими антеннами, так и с плоскими (антенными решетками) или АФАР (рис. 8). Разработанные решения в части малогабаритных ОПУ могут быть использованы не только в спутниковой связи, у них гораздо более широкий спектр применения: видеокамеры, тепловизоры, антенны радиорелей-

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 CCC уже сейчас.

## Литература

1. Решение ГКРЧ от 19.02.2010 № 10-06-01-3 (для CCC «Ямал» и «Экспресс»).
2. Бобков В., Званцуг 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).



Адреса и телефоны  
ООО «ТЕХНОЛОГИИ  
РАДИОСВЯЗИ»  
см. стр. 100 «Информация о компаниях»