



**Мобильные малоразмерные VSAT терминалы
ООО «Технологии Радиосвязи»
для работы в действующих и перспективных ССС**



SATCOMRUS-2025
2 октября 2025 г.

Действующие и создаваемые ССС

№	Система	Статус	Орбита	Диапазон
1	ГП КС «Экспресс»	действует	ГСО	С, Ku, Ka
2	ГКС «Ямал»	действует	ГСО	С, Ku, Ka
3	МКСР «Луч»	действует	ГСО	Ku
4	«Гонец»	действует	НКО	Р
5	«Экспресс-РВ»	в реализации	ВЭО	Ku
6	Бюро 1440 «Рассвет»	в реализации	НКО	Ku, Ka

Таким образом:

- диапазоны частот для мобильных терминалов - Ku и Ka
- работа через КА на ГСО – в настоящее время
- работа через КА на НКО и ВЭО – в перспективе

Наименьшие размеры антенн в разных ССС

В соответствии с нормативными документами:

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 |

ВЭО («Экспресс-РВ»)

- | | |
|---------------|--------------------------------------|
| - Ки-диапазон | – 0.5 м (АФАР), 0.6 м, 0.9 м и 1.2 м |
|---------------|--------------------------------------|

НКО («Рассвет»)

- | | |
|---------------------|-----------------|
| - Ки и Ка диапазоны | – 0.3 м и 0.6 м |
|---------------------|-----------------|

Терминология

Мобильные терминалы:

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



Антенные системы 0.35 м

Ки-диапазон



Мобильный терминал SOTM
(связь в движении)

- **Ки-диапазон**
- Углепластиковая антенна 0.35 м
- Встроенный ВУС 16 Вт
- РПУ
- Масса менее 6 кг

Ка-диапазон



Мобильный терминал SOTM
(связь в движении)

- **Ка-диапазон**
- Углепластиковая антенна 0.35 м
- Встроенный ВУС 10 Вт
- РПУ
- Масса менее 6 кг

Применения:

- Ямал, Экспресс – ГСО
- Экспресс-РВ - ВЭО
- Рассвет - НКО

Режим работы:

- Связь в движении
- Фиксированный терминал

Готовы к поставке

Особенности терминалов 0.35 м

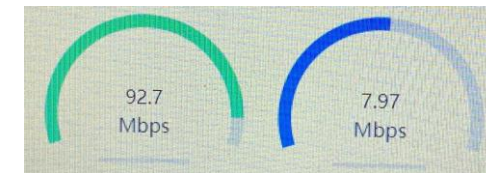
Преимущества:

- Масса менее 6 кг
- Встроенный трансивер (LNB/BUC)
- Скорость перемещения по АЗ и УМ до 100°/с
- Переключение поляризации (в т.ч. Круговой на противоположную)
- Встроенный модем заказчика
- Установка с РПУ или без него
- Скорость передачи до 8 Мбит/с, приема до 90 Мбит/с

Технологические особенности:

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

Серийное производство



Применения



БПЛА



Автотранспорт



Вертолеты

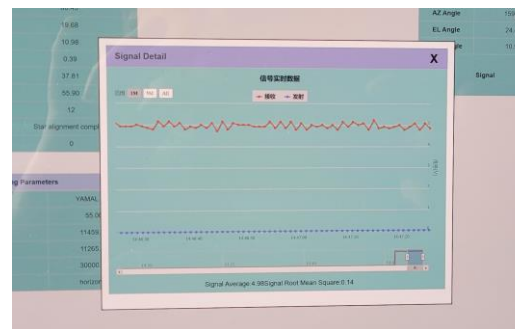
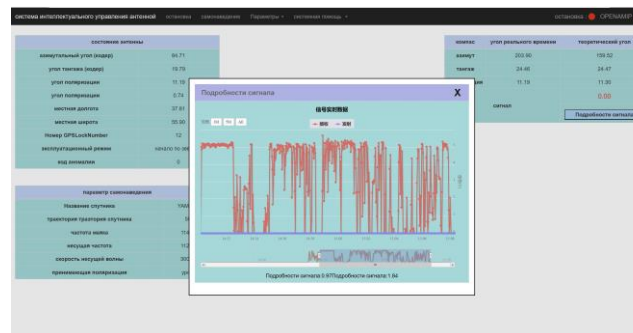


БЭК

Проведение испытаний

С начала 2025 года проведено более 20-ти испытаний и демонстраций возможностей терминала различным заказчикам, в том числе:

- ГП КС
- Газпром космические системы
- другие заказчики



Автоматика	основной-режим
Подстройка тактовой	выключена
Подстройка несущей	выключена
Подстройка мощности	выключена
на пр. ч. 1500М	
настройка прием частота 1500М	
на пр. ч. 1750М	
настройка прием частота 1750М	
у м	
управление модем	
Параметр	Значение
коэффициент расширения	600
битовая-скорость	10'893 б/с
максимальная-скорость	17.0 п/с
ширина-полосы	10'000'000 Гц
ширина-спектра	выключена
частота передатчика	1'500'000'000 Гц
мощность передатчика	-30.0 дБм -1.0
передатчик	выключен
режим передатчика	данные
отключение мощности	0.0 / -89.7 дБм
частота приема	1'750'002'000 Гц +250'002'000
режим приема	режим-1
Позиция тактовой	11 / 3087
Индикатор качества приема	отличный
Принято байтов	17 / 9239
Принято тактов (с ошибкой)	0 / 7001
Сдвиг по тактам	0.00
Сдвиг по частоте	-90
Ошибка на приемную	0.00000
Ошибка на данные	0.00000
Уровень	0x00000200 / 48.3
Уровень (сред)	0x00000200 / 48.1
Уровень (расч)	-70
Сдвиг по частоте (усреднение)	0.00000
Ошибка на приемную (усреднение)	0.00000
Ошибка на данные (усреднение)	0.00000
Автоматика	основной-режим
Подстройка тактовой	выключена
Подстройка несущей	выключена
Подстройка мощности	выключена
Вход: [ESC], ФФФ, управление, такты, прием, передача	

Испытания и режимы работы

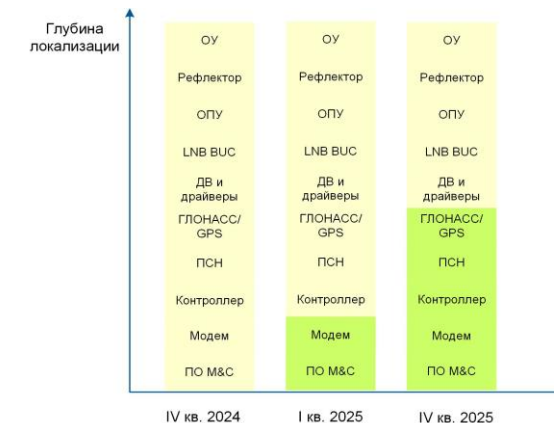
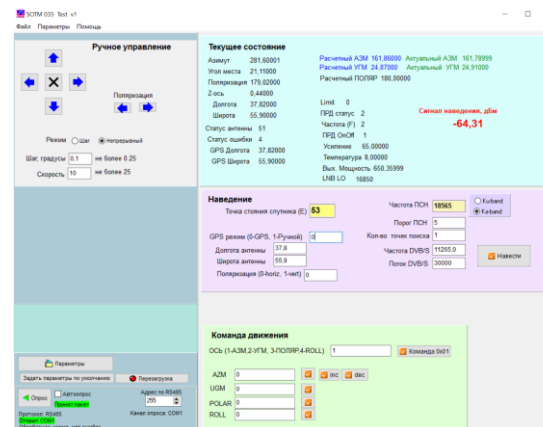
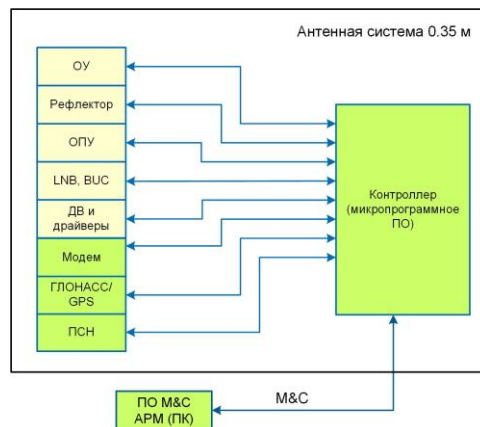
Используемый сигнал	ШПС	Расширение спектра в обратном канале	Стандартный
Применяемый модем	Интеп	Стар-Т	Истар, Gilat
Скорости в каналах			
- на передачу	10-300 кбит/с	12 кбит/с	до 8 Мбит/с
- на прием	10-300 кбит/с	300 кбит/с	до 90 Мбит/с
Диапазон частот	Ku	Ku	Ku, Ka
Радиолиния	0.35 м ↔ 0.5 м	0.35 м ↔ Hub	0.35 м ↔ Hub

Работы по локализации

Подписан Меморандум о локализации антенн в России

Проведена модернизация:

- Установка модема ШПС (ООО «Интеп»)
- Установка модема с расширением спектра (ООО «Стар-Т»)
- Установка дополнительного оборудования – ОГ, инжектора 10 МГц, источников питания
- Разработано ПО верхнего уровня



Малоразмерные мобильные терминалы для ССС с КА на ГСО

Ки-диапазон



Мобильный терминал SOTM
(связь в движении)

- Диаметр антенны 0.35 м
- Углепластиковый рефлектор
- Встроенный ВУС 16 Вт
- РПУ
- Масса менее 6 кг

Ка-диапазон



Мобильный терминал SOTM
(связь в движении)

- Диаметр антенны 0.35 м
- Углепластиковый рефлектор
- Встроенный ВУС 10 Вт
- РПУ
- Масса менее 6 кг

Готовы к поставке

Опорно-поворотные устройства

ОПУ ТИШЖ.484125.053

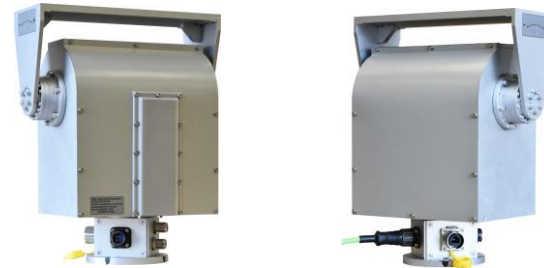


- Масса полезной нагрузки до 10 кг

Основные параметры:

- Тип ОПУ – 1 или 2-осное
- азимут $\pm 270^\circ$ или N*360°
- угол места -5...185°
- скорость перемещения - 0.02...30°/с
- BLDC двигатели с энкодерами
- M&C - RS-485 или Ethernet
- абсолютные датчики углового положения – опция

ОПУ ТИШЖ.484125.055



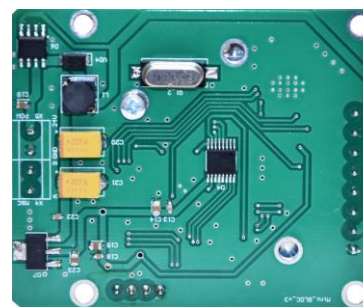
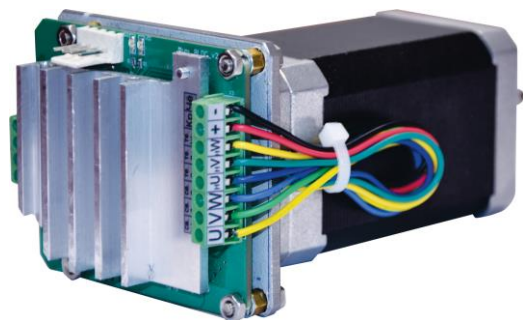
- Масса полезной нагрузки до 30 кг

Особенности - ОПУ для связных терминалов:

- высокая точность позиционирования (ДУП)
- реализация режима автосопровождения (ПСН)
- реализация режима поиска и наведения на КА (инклинометр, приемник ГЛОНАСС/GPS)
- совместимость с различными типами модемного оборудования (отдельный бокс для модема)
- удобство пользования (ручное управление, пульт управления, СПО)

**Серийно производим для своих изделий.
Готовы поставлять другим производителям.**

Драйвер для BLDC двигателей



Основные особенности и параметры драйвера:

- типоразмер BLDC двигателя - NEMA 17 (42 мм), NEMA 23 (57 мм)
- напряжение питания 12...36 В
- максимальный непрерывный ток 4 А
- максимальный пиковый ток 8 А
- встроенный абсолютный датчик углового положения до 21 разряда
- управление RS-485

В 2025 году разработали и серийно производим для своих изделий.

Готовы поставлять другим производителям.

Малоразмерные мобильные терминалы для ССС с КА на ГСО

Flyaway 0.5 м
моторизованная



- Ku или Ka диапазон
- Углепластиковая антенна 0.5 м
- Сменные ОУ и РЧ

Flyaway 0.6 м
моторизованная



- Ku или Ka диапазон
- Антенная решетка до 0.6 м

Flyaway 1.2 м
моторизованная



- C, X, Ku, Ka диапазон
- Углепластиковая антенна 1.2 м
- Сменные ОУ и РЧ

Несмотря на то, что терминалы проектировались для работы с КА на ГСО, у нас **отработаны режимы сопровождения КА на НКО** – Рассвет, Starlink

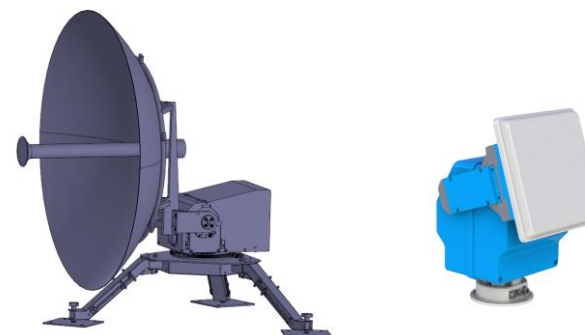
Изготовлено с 2016 г. – более 50 изделий

Применения

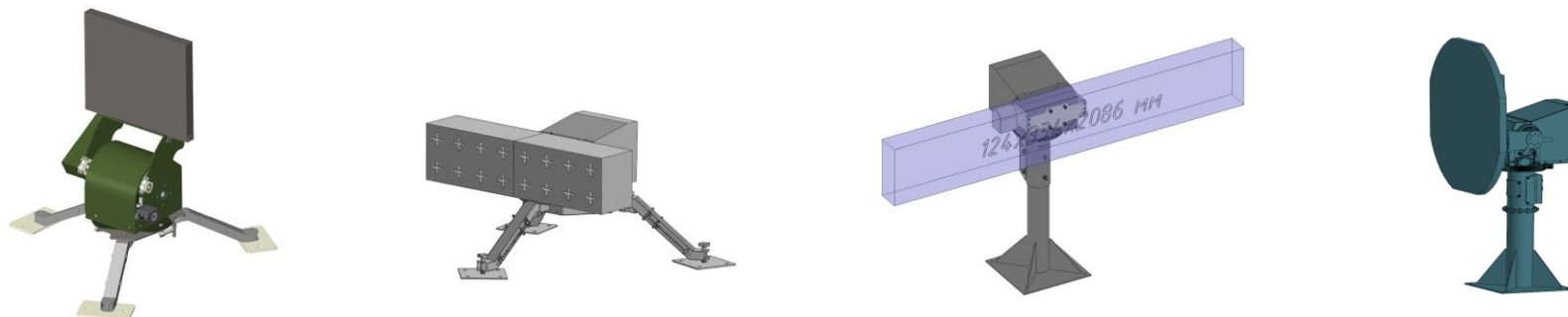
Измерительные комплексы



Антенны РРЛ и БШД



Антенные решетки и АФАР



Антенна рюкзачная 0.5 м Ки и Ка диапазонов



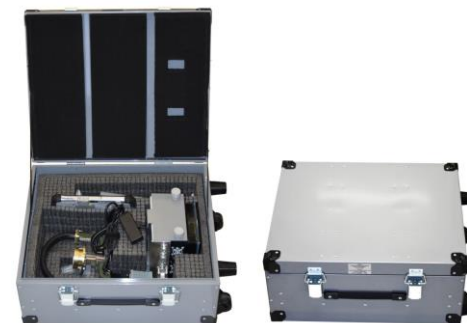
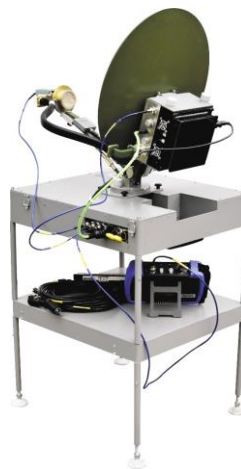
Параметры:

- Углепластиковый рефлектор 0.5 м
- Ки или Ка диапазоны
- Сменные ОУ и РЧ аппаратура
- Сменные аккумуляторы, зарядное устройство, планшет и др.
- Масса АС не более 4 кг, рюкзака – не более 20 кг



Изготовлено с 2023 г. – более 70 штук

Мобильный терминал для работы с КА «Луч»



- Сдвинутый Ku-диапазон
- Углепластиковая антенна 0.5 м
- Усилитель мощности (BUC) 20 Вт
- Переносимый/перевозимый в 2-х кейсах
- Рюкзаки для переноски
- Масса – кейс №1 – 23 кг, кейс №2 – 26 кг



Немного про АФАР

Разработки АФАР для разных ССС:

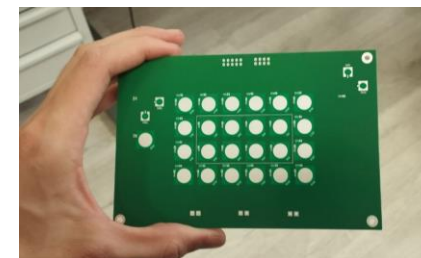
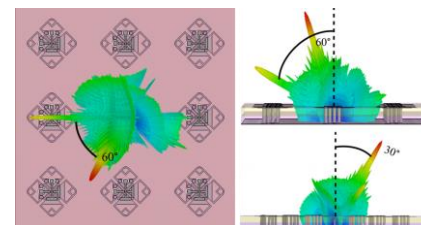
- Бюро 1440 - для «Рассвет»
- Мэтрикс вейв – отдельный продукт
- МФТИ – для «Экспресс-РВ»



Бюро 1440



Мэтрикс вейв



МФТИ

Немного про АФАР

Преимущества АФАР

- отсутствие механических частей $\Rightarrow$ крупносерийное производство $\Rightarrow$ снижение стоимости и повышение надежности
- наличие нескольких лучей для бесшовного перехода с КА на КА (хэндовера) при работе в ССС с КА на НГСО

Минусы АФАР

- ограничения при работе с ГСО – минимальный угол места 30°
- уменьшение K_u при отклонении луча от нормали
- ограничения по эквивалентному диаметру – технологические ограничения не более 0.6 м
- импортная компонентная база
- трудности с определением цен на терминалы АФАР

АФАР – преимущества становятся существенными при насыщении спутниковой группировки и крупносерийном производстве терминалов.

Параболические антенны – все вопросы решены, цены понятны, требуемые функции выполняются.

 Технологии Радиосвязи

- 1 Широкий спектр разработанных и производимых изделий и комплексов
- 2 Все изделия и комплексы – импортозамещающие
- 3 Готовые решения для новых систем на ГСО и НГСО
- 4 Готовы к разумной кооперации и новым разработкам

e-mail: rc-tech@mail.ru
www.rc-tech.ru