

# НАВИГАЦИОННЫЙ ПРИЕМНИК TFAG50

## РАБОТА С ГЛОНАСС/GPS

Важность создания навигационных приемников, поддерживающих две альтернативные навигационные системы – американскую GPS и отечественную ГЛОНАСС, общеизвестна. Еще недавно подобные приемники были слишком громоздки и производились лишь зарубежными фирмами. Сегодня ситуация изменилась – ряд российских фирм приступили к производству отечественных ГЛОНАСС/GPS-приемников. Один из лидеров в этой области – НИИМА "Прогресс", во многом благодаря разработке специальной СБИС цифрового двухсистемного коррелятора.

Наш рассказ – о совместной разработке встраиваемого комбинированного ГЛОНАСС/GPS-приемника для широкого круга потребителей, выполненной НИИМА "Прогресс" и компанией Taiwan Falcon Aerospace Corporation (Тайвань).

### КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИЕМНИКА

Главная цель разработки – создание приемника с минимальными массогабаритными, энергетическими и стоимостными показателями при высоких точностных параметрах и качестве. Она была достигнута благодаря использованию современной микроэлектронной технологии (разработана специализированная СБИС "16-канальный коррелятор"), современной элементной базы, современных средств проектирования (фирмы Cadance), а также оригинальных схемотехнических и программных решений.

Совмещенный ГЛОНАСС/GPS навигационный приемник TFAG50 предназначен для приема сигналов спутниковых систем навигации ГЛОНАСС (частотные литеры – от -7 до +12, сигнал стандартной точности) и GPS (сигнал С/А). Конструктивно приемник выполнен в виде шестислойной печатной платы с размерами 71x51x10мм. Приемник состоит из аналоговой и цифровой частей.



И.Корнеев, О.Лагутин  
otd13@mriprogress.msk.ru

В **аналоговой части** (RF Front End – FE) производится фильтрация и усиление входных сигналов, а также их оцифровка (рис. 1). FE построена по схеме супергетеродинного приемника с двойным преобразованием частоты. Частоты гетеродинов формируются из частоты опорного кварцевого генератора методом косвенного синтеза с использованием петли ФАПЧ. Выходные сигналы FE – это бинарные отсчеты сигналов второй промежуточной частоты (ПЧ) ГЛОНАСС и GPS, сигнал тактовой частоты 61 МГц, сигнал индикации захвата ФАПЧ. Входные сигналы – питание 3,3 В ±5% и сигналы управления синтезатором частоты.

В **цифровой части** производится дальнейшая (аппаратная и программная) цифровая обработка сигналов (рис.2). В ее состав входят СБИС "16-канальный коррелятор", процессор ADSP2189M компании Analog Devices (тактовая частота – 61МГц), FLASH ПЗУ(512Кx8), ОЗУ (статическое асинхронное объемом 32Кx8), супервизор и трансивер RS-232.

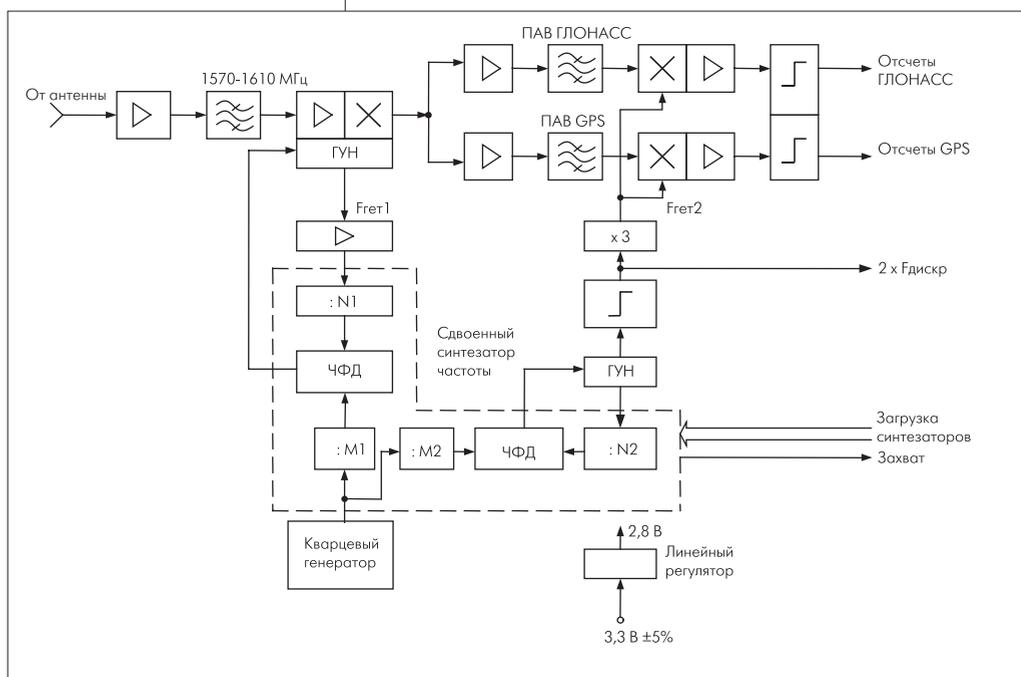


Рис.1. Аналоговая часть приемника



СБИС "16-канальный коррелятор" (далее – СБИС) – заказная микросхема (ASIC), изготавливаемая по 0,35-мкм КМОП-технологии. Рабочая тактовая частота – 30,5 МГц. Содержит 16 корреляционных каналов; двоярный приемопередатчик (DUART) типа RS-232 с FIFO объемом 16x8 бит; формирователь секундной метки времени 1PPS; часы реального времени (RTC), а также формирователи сигнала прерывания INT1 и шкалы времени.

ОЗУ используется для хранения альманахов и эфемерид спутников. СБИС находится в области данных процессора (DMS), FLASH ПЗУ – в области байтового DMA (BMS), ОЗУ – в комбинированной области (CMS). Супервизор MAX793ESE (компания Maxim) выполняет следующие функции:

- формирует для процессора сигнал обнуления (RESET) при включении/выключении питания, снижении напряжения питания ниже нормы, при подаче на вход платы приемника внешнего сигнала обнуления – Manual Reset (MRES);
- формирует сигнал Low Line. Этот сигнал с опережением минимум на 25 мкс предваряет сигнал RESET и предупреждает процессор о том, что питание выходит за пределы нормы и запись в память должна быть остановлена;
- коммутирует основное и резервное (от внешней батареи) напряжение питания. К выходу коммутатора супервизора подключены RTC и ОЗУ. Когда основное питание выключено, в СБИС работают лишь часы реального времени; все остальные блоки СБИС остановлены. Переход на резервное питание позволяет сохранять при отключенном основном питании необходимую навигационную информацию в ОЗУ и текущее время;

- анализирует величину напряжения резервной батареи. Если напряжение батареи ниже 2,0 В, на выводе PFO супервизора устанавливается нулевой уровень (сигнал Low Bat). Состояние вывода PFO доступно процессору по чтению.

Трансивер сигналов RS-232 (ADM3202) преобразует сигналы ТТЛ-уровня в двуполярные ( $\pm 6$  В) и обратно.

Питание периферии процессора, ПЗУ, трансивера, супервизора – 3,3 В  $\pm 5\%$ . Питание ОЗУ и СБИС производится через коммутатор супервизора. К цепи питания ОЗУ и СБИС подключен конденсатор емкостью 0,22 Ф (Super Cap). Если нет резервной батареи, Super Cap около 12 часов поддерживает напряжение питания ОЗУ и СБИС не ниже 2,0 В.

Напряжение питания ядра процессора (2,5В) формируется в линейном стабилизаторе LP2980IM5-2.5 (фирма National Semiconductor).

Приемник TFA650 имеет следующие варианты исполнения:

**Вариант 1.** Резервная батарея внутренняя/внешняя.

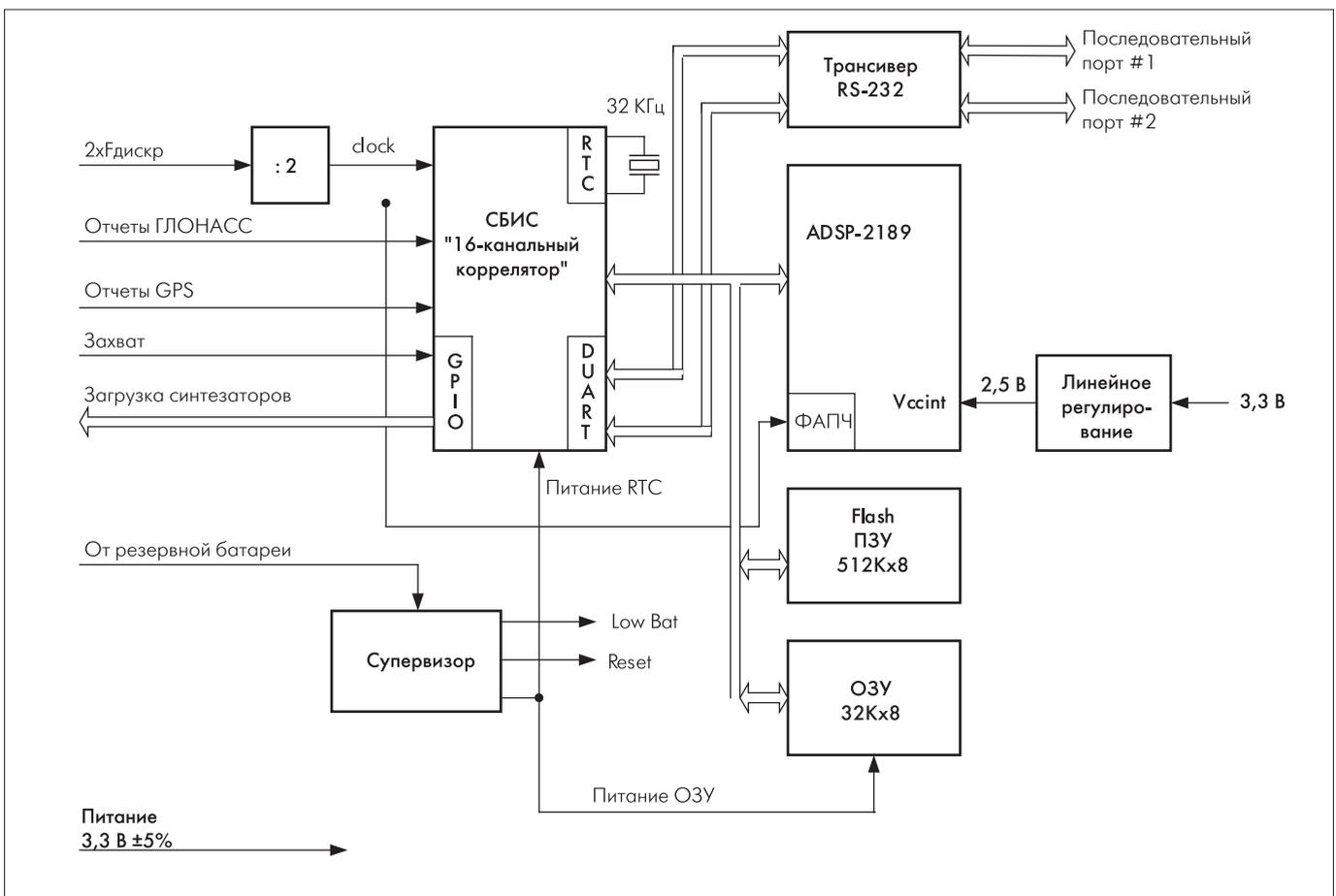
**Вариант 2.** Питание антенны внутреннее/внешнее. Может поступать либо со входа платы (3,3 В, внутреннее питание) либо от внешнего источника (в этом случае оно должно быть подано на выходной разъем приемника).

**Вариант 3.** RS-232 ТТЛ/EIA. Сигналы обмена по последовательным портам могут иметь либо ТТЛ-уровень, либо быть двуполярными с уровнями  $\pm 6$  В ("EIA RS-232" Option).

Очевидно, что ценность навигационного приемника TFA650 значительно возрастет при его совмещении с мобильным терминалом сотовой или спутниковой связи. В этом случае приемник будет использован в качестве датчика координат при построении систем

**ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИЕМНИКА**

Количество каналов . . . . .16	Скорость изменения ускорения . . . . .1g/c	(псевдодалность и фаза несущей);
Частотный диапазон . . . . .L1	Время до первого отсчета:	Форматы данных:
Коды:	Горячий старт . . . . .<10 с	ASCII NMEA 0183 v.2.30
GPS . . . . .C/A	Теплый старт . . . . .<30 с	Собственный бинарный формат
ГЛОНАСС . . . . .C/A	Холодный старт . . . . .<120 с	(Скорость обмена 115200 бит/с)
Точность в автономном режиме, (GPS+ГЛОНАСС, HDOP<4):	Повторное вхождение в синхронизм . . . . .<1 с	Дифференциальные поправки:
Плановые коорд. . . . .<9 м (СЕР), 14 м	Интерфейсы:	RTCM SC 104 V2.2
По высоте . . . . .<25 м	Два порта RS-232E,	Скорость обмена . . . . .9600 бит/с
По скорости . . . . .<0,05 м/сек	скорость обмена . . . . .900–115200 бит/с	Электрические параметры:
По времени . . . . .< 0,1 мкс	Выходные данные:	Напряжение питания . . . . .3,3 В ±5%
Точность в дифференциальном режиме:	Координаты в WGS 84 и PZ 90;	Потребляемая мощность . . . . .0,65 Вт (типичная)
По координатам . . . . .<1 м (СЕР)	Время и разность шкал времени	Резервное питание: 1,5–3,3 В (пост. ток)
По скорости . . . . .<0,03 м/с	GPS/ГЛОНАСС;	Физические параметры:
Темп выдачи данных . . . . .– 5 Гц	Скорость;	Масса . . . . .≤ 50 г
1PPS:	Курс;	Размеры . . . . .71x51x12 мм
Длительность . . . . .10 мкс	Состояние каналов приемника;	Условия эксплуатации:
Уровень . . . . .TTL (положит.)	GLONASS/GPS-альманахи и эфемериды;	Рабочая температура . . . . .–40...+85 °С
Динамика:	"Сырая" измерительная информация	Температура хранения . . . . .–40...+85 °С
Скорость . . . . .950 м/с		Вибрация . . . . .20–1000 Гц, 2–10g
Ускорение . . . . .6g		



**Рис.2. Цифровая часть приемника**

безопасности или мониторинга подвижных объектов. Координаты объекта смогут быть переданы в виде SMS-сообщений в диспетчерский центр, а объекты наблюдения будут отображаться на экране с электронной картой местности. Работа в этом направлении будет нами продолжена.

Приемник T FAG50 уже выпускается серийно и поставляется как в России, так и за рубежом. Он прошел обязательную сертификацию как "аппаратура потребителей навигационных систем ГЛОНАСС и GPS" и внесен в Государственный реестр средств измерений под № 24561-03.