

# GPS-модуль Copernicus компании Trimble для OEM-производителей

Олег Пушкарев  
o.pushkarev@compel.ru

*Американская компания Trimble Navigation Ltd. одной из первых выпустила приемники сигналов всемирной спутниковой системы навигации GPS. Компания имеет двадцатилетний опыт производства GPS-продуктов и, безусловно, входит в число мировых лидеров в области GPS-оборудования. Спектр данной продукции довольно широк — это оборудование для геодезии и картографии, продукция для получения информации о точном времени, OEM GPS-модули для встраивания в другие устройства и законченные автономные навигаторы.*

Годовой оборот компании Trimble Navigation Ltd составляет \$800 млн, число сотрудников — около 2200, офисы компании находятся в 20 странах мира. С 2003 года акции Trimble на бирже NASDAQ выросли в цене в 5 раз. Большое внимание компания уделяет научно-исследовательской работе, что подтверждается 700 патентами и ежегодными инвестициями в \$300 млн на НИОКР.

Среди отечественных разработчиков сейчас довольно популярны GPS-приемники Lassen sQ и Lassen iQ, которые отлично зарекомендовали себя во многих реализованных проектах. На рис. 1 приведена фотография отечественного автомобильного навигатора, построенного на базе GPS-приемника Lassen iQ. Более ранние разработки компании — GPS-приемники Lassen SKII и Lassen LP — в основном применяются в продукции, которая была разработана несколько лет назад. Приемники Lassen SKII и Lassen LP удовлетворяют требованиям заказчиков, хорошо покупаются, и поэтому компания Trimble продолжает выпускать их, несмотря на наличие в линейке более совершенных Lassen sQ, Lassen iQ и новинки компании — GPS-модуля для поверхностного монтажа Copernicus.



Рис. 2. GPS-модуль Copernicus

Миниатюрный GPS-модуль Copernicus (рис. 2) представляет собой законченное устройство, не требующее внешних электронных компонентов. Приемник обладает высокой чувствительностью и быстрым временем обнаружения сигналов спутниковой группировки. При подключении GPS-антенны Copernicus автоматически отслеживает сигналы спутников и выдает координаты, скорость и точное время.

Copernicus обладает особенностями, интересными для потребителей:

- работает как с активными, так и с пассивными антеннами;
- содержит два канала выдачи данных и поддерживает три протокола;
- обеспечивает точную (50 нс) синхронизацию с мировым временем;



Рис. 1. Автомобильный навигатор компании «Русские Навигационные Технологии»

Таблица 1. Технические характеристики GPS-приемника Sorerpicus

Параметр	Значение
Рабочая частота	1575,42 МГц
Число каналов приема	12
Чувствительность	
Обнаружение	-142 дБм
Слежение	-152 дБм
Точность определения координат	
Горизонтальные	<3 м (50%)
	<8 м (90%)
Высота	<10 м (50%)
	<16 м (90%)
Скорость	0,06 м/с
Точность сигнала временной синхронизации	±50 нс
Время старта	
холодный	39 с
теплый	35 с
горячий	9 с
Напряжение питания	+3В (±10%)
Потребляемая мощность	
(без антенны)	82,9 мВт (2,7 В)
	93,9 мВт (3,0 В)
Интерфейсы	2xUART, PPS
Поддерживаемые протоколы	TSIP
	TAIP
	NMEA 0183 v 3.0
Частота обновления информации	1 Гц
Разъемы	нет
Вес	1,7 г
Размеры	19x19x2,54 мм
Рабочая температура	-40...+85 °С
Температура хранения	-55...+105 °С
Ограничения СОСОМ	515 м/с



Рис. 3. Монтаж модуля на плату

- на аппаратном и программном уровне поддерживает режимы пониженного энергопотребления.

Благодаря своему маленькому размеру и низкой цене новый модуль используется в тех приборах, где ранее применялись наборы микросхем GPS. При монтаже модуль требует минимальной площади печатной платы конечного изделия (рис. 3). При этом время разработки может быть кардинально сокращено благодаря тому, что модуль Sorerpicus поставляется полностью проверенным. Компания Trimble предоставляет разработчику рекомендации по топологии печатной платы, а также набор разработчика, позволяющий ознакомиться с работой модуля без применения паяльника. GPS-модуль имеет высокие технические параметры и по совокупности характеристик входит в пятерку лучших модулей в мире, что и подтверждают результаты практических испытаний. На рис. 4 приведены результаты статического теста Sorerpicus в сравнении с двумя конкурирующими модуля-

Таблица 2. Установки коммуникационных протоколов приемника Sorerpicus по умолчанию

Номер порта	Протокол приема сообщений	Установки по умолчанию	Протокол выдачи сообщений	Установки по умолчанию
1	TSIP	Скорость: 38 400 бит/с Битов данных: 8 Контроль четности: нечетность Стоп бит: 1 Контроль потока: нет	TSIP	Скорость: 38 400 бит/с Битов данных: 8 Контроль четности: нечетность Стоп бит: 1 Контроль потока: нет
2	NMEA	Скорость: 4800 бит/с Битов данных: 8 Контроль четности: нет Стоп бит: 1 Контроль потока: нет	NMEA	Скорость: 4800 бит/с Битов данных: 8 Контроль четности: нет Стоп бит: 1 Контроль потока: нет

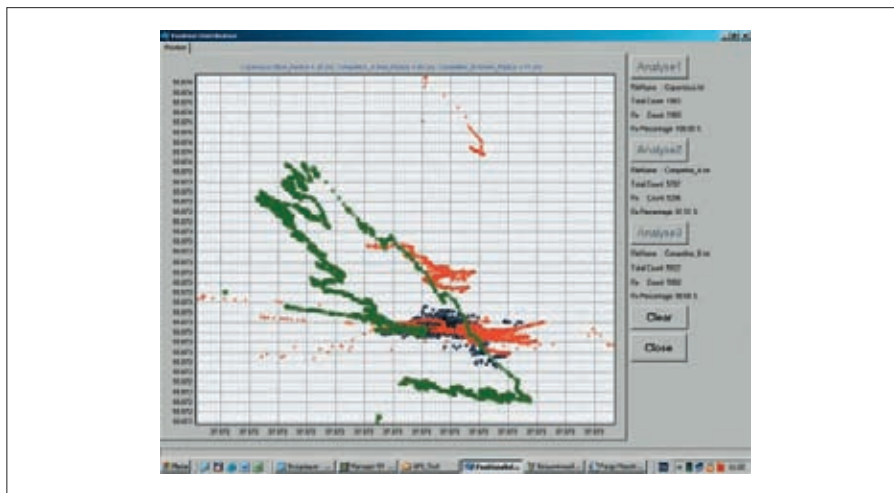


Рис. 4. Результаты статического теста

ми, созданными на разных чипсетах с формально близкими параметрами. Sorerpicus показал в 3 раза меньший разброс показаний. Испытания проводились в абсолютно одинаковых условиях, при хорошей видимости спутников. Синим цветом на рис. 4 отмечено распределение показаний модуля Sorerpicus.

На рис. 5 показан результат дорожного теста Sorerpicus в сложной обстановке современного мегаполиса (испытания проводились в Корее). Одновременно тестировалось два GPS-приемника — Sorerpicus и один из наиболее име-

мых GPS-брендов. Результаты Sorerpicus показаны на правой диаграмме. Из рис. 5 видно, что Sorerpicus ни в чем не уступает своему конкуренту и при этом заметно выигрывает по цене.

Технические данные GPS-приемника Sorerpicus приведены в таблице 1.

Приемник Sorerpicus по умолчанию работает с двунаправленным протоколом TSIP на последовательном порте 1, на выход порта 2 подаются сообщения протокола NMEA 0183 (табл. 2).



Рис. 5. Результаты дорожного теста

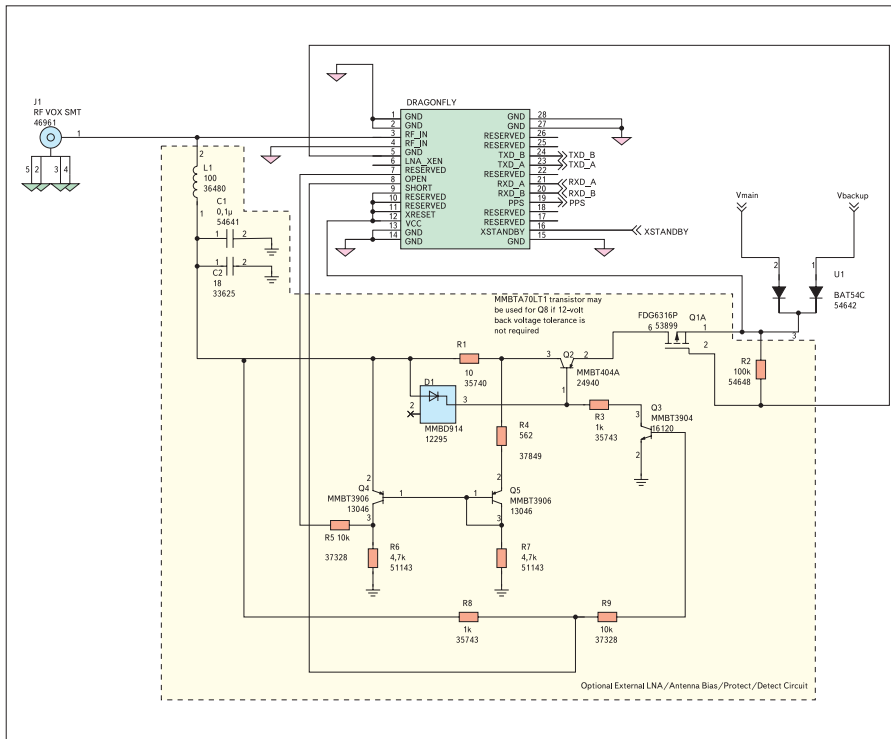


Рис. 6. Схема включения с контролем состояния антенны

Приемник рассчитан на работу как с пассивными, так и с активными антеннами. При использовании пассивных антенн потери сигнала от антенны до входа модуля не должны превышать 2 дБ. На рис. 6 приведена схема образцовой платы Sorernicus RFB. Часть схемы, обведенная пунктирной линией, не является обязательной — это схема контроля и защиты от обрыва или короткого замыкания в антенне. Информация о нештатной ситуации с антенной будет выдаваться устройству, принимающему сообщения о координатах. В минимальном варианте схема соединений очень проста и не содержит внешних компонентов. Для работы модуля достаточно подключить антенну и подать питание. При работе приемника с пассивной антенной применяется внутренний малошумящий усилитель модуля и схема автоматической регулировки усиления. При использовании активной антенны внешний малошумящий усилитель должен иметь достаточный запас усиления, превышающий потери в линии передачи. Уровень шума модуля не превышает 3 дБ при комнатной температуре. Внешний малошумящий усилитель должен иметь собственный уровень шума не более 2 дБ. Компания Trimble рекомендует внимательно относиться к выбору поставщика GPS-антенн. Эксперименты потребителей обнаружили, что не все антенны, имеющие единые параметры усиления (27 дБ), показывают одинаковую реальную эффективность.

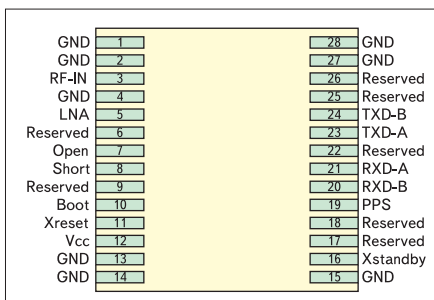


Рис. 7. Расположение выводов модуля

Расположение выводов модуля показано на рис. 7, а нумерация и назначение выводов модуля приведены в таблице 3.

GPS-приемник Sorernicus может работать в нескольких режимах:

1. Рабочий режим (Run Mode). Нормальный рабочий режим слежения за спутниками и выдача информации о координатах, скорости и текущем времени.
2. Дежурный режим (Standby Mode). В этом режиме сохраняются данные в памяти RAM, и продолжает работать таймер реального времени. Все

остальные узлы не работают, модуль не принимает сигналы спутников и не выдает никакой информации. Благодаря хранению последних данных о местоположении и данных альманаха и эфемерид, приемник обеспечивает более быстрое время старта. В дежурном режиме потребление энергии очень мало и составляет менее 10 мкА.

3. Режим монитора (Monitor Mode). Режим монитора используется для обновления внутреннего программного обеспечения модуля, которое хранится во Flash-памяти.

Переход из дежурного режима в рабочий режим может выполняться двумя способами — с помощью вывода Xstandby или с помощью команд, передаваемых по последовательному порту.

При разработке конечного изделия с использованием GPS-модуля Sorernicus следует обратить особое внимание на линию передачи сигнала на высокочастотный вход модуля. Неудачная разводка печатной платы может значительно снизить показатели приемника. Компания Trimble приводит в документации необходимую информацию по разработке микрополосковых линий передачи и предлагает разработчикам проверенную топологию печатной платы. Для оценки параметров модуля выпускается образцовая плата (reference board). На этой плате (рис. 8) распаян модуль и необходимые разъемы для удобного соединения с устройством разработчика.

Для быстрой оценки модуля и разработки конечных изделий компания выпускает стартовый набор разработчика. В состав набора входит модуль, смонтированный на материнской плате и помещенный в металлическую коробку (рис. 9), блок питания, антенна и соединительный кабель USB для подключения к ПК. Программное обеспечение (рис. 10), входящее в состав набора, позволяет не только получать и отображать данные в удобном виде, но и конфигурировать модуль,

Т а б л и ц а 3. Нумерация и назначение выводов модуля Sorernicus

Номер вывода	Обозначение	Описание
1, 13, 14, 15, 27, 28	GND	Общая сигнальная «земля»
2,4	GND	«Земля» радиочастотной части
3	RF-IN	Радиочастотный вход, 50 Ом, несимметричный (антенна)
5	LNA	Выход «разрешение МШУ». Может быть использован при подключении активной антенны для управления малошумящим усилителем. Активный низкий уровень.
6, 17, 18, 22, 25, 26	Reserved	Зарезервированные линии ввода/вывода. Не подсоединять.
7	Open	Сигнал от внешней схемы определения состояния антенны. Вход для логического уровня о статусе антенны «Обрыв».
8	Short	Сигнал от внешней схемы определения состояния антенны. Вход для логического уровня о статусе антенны «Закорочено».
9,10	Reserved	Зарезервированные входные линии. Подсоединить к линии Vcc.
11	Xreset	Вход сигнала СБРОС. Активный уровень низкий. Если не используется, подсоединить к линии VCC напрямую или через резистор.
12	Vcc	Напряжение питания модуля 2,7–3,3 В
16	Xstandby	Рабочий режим/дежурный режим. Вход для выбора одного из режимов работы модуля. Подсоединить к линии Vcc, если дежурный режим не используется.
19	PPS	Выход импульсов синхронизации (1 импульс в секунду). Не подсоединять, если не используется.
20	RXD-B	Вход приемника последовательного порта B.
21	RXD-A	Вход приемника последовательного порта A.
23	TXD-A	Выход передатчика последовательного порта A.
24	TXD-B	Выход передатчика последовательного порта B.

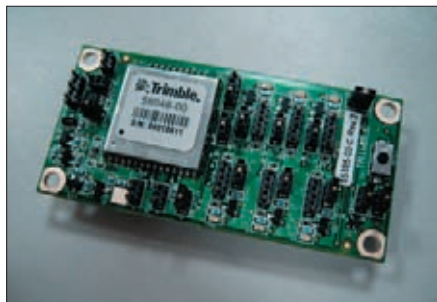


Рис. 8. Образцовая плата

а при необходимости обновлять внутреннее микропрограммное обеспечение.

## Описание поддерживаемых протоколов

GPS-модули компании Trimble поддерживают несколько протоколов, описания которых приведены ниже.

TSIP (Trimble Standard Interface Protocol) — стандартный интерфейсный протокол компании Trimble для GPS-приемников. Это двунаправленный протокол с более чем 20 командами, основанный на пересылке бинарных пакетов. Протокол предоставляет разработчику широкие возможности по управлению модулем.

TAIP (Trimble ASCII Interface Protocol) — текстовый (ASCII) интерфейсный протокол компании Trimble для GPS-приемников. Это двунаправленный протокол ориентирован на автомобильные применения, позволяет конфигурировать GPS-модуль для выдачи различных информационных данных по запросу или периодически. Для надежной связи протокол выборочно поддерживает контрольные суммы для каждого сообщения. Для включения протокола TAIP необходимо подать специальную команду.

NMEA 0183 (National Marine Electronics Association) — стандартный для GPS-приемников разных производителей протокол выдачи информации. Данный протокол поддерживается Национальной ассоциацией морской электроники и является отраслевым стандартом де-факто в области GPS-навигации. Протокол NMEA не предназначен для конфигурирования GPS-приемников Trimble. Этот текстовый протокол имеет несколько типов выдаваемых сообщений, причем для многих случаев достаточно использовать лишь некоторые из них.

## Получение информации о координатах

После первой подачи питания GPS-приемник начинает искать сигналы спутников, не имея никакой предварительной информации об их местонахождении. Эта процедура называется «холодным стартом». Для определения координат необходимо принимать сигналы как минимум от 4 спутников. Несмотря на то, что в течение двух первых минут приемник начинает выдавать свои координаты, ему требуется еще примерно 15 минут для получения альманаха, то есть набора данных обо всех спутниках. Данные альманаха передаются спутниками «порциями», в каждом 30-секундном информационном фрейме. Каждый фрейм содержит информацию об орбите конкретного спутника и две страницы из 50-страничного альманаха. Таким образом, альманах передается за 12,5 минуты. Процесс накопления данных альманаха не должен прерываться. Когда GPS-приемник имеет эти данные



Рис. 9. Стартовый набор разработчика

и хранит их в памяти, время первого определения координат (TFF — time to first fix) для модуля Copernicus обычно не превышает 39 секунд.

Альманах содержит информацию о каждом спутнике группировки, данные по состоянию ионосферы и специальные сообщения. Альманах обновляется каждую неделю и актуален в течение нескольких месяцев. Эфемериды содержат детальную информацию о текущих параметрах конкретного спутника. Данные эфемерид изменяются ежедневно, но могут быть использованы до 4 часов.

GPS-приемник выполняет процедуру «теплого старта», если модуль был выключен более одного часа, но благодаря резервному питанию данные о последних координатах, альманахе и текущем времени сохраняются в памяти. Наличие этих сведений сокращает время до первого определения координат. «Горячий старт» происходит в тех случаях, когда приемник был выключен менее 60 минут и сохранил информацию об альманахе, времени и коорди-

натах. Благодаря тому, что данные эфемерид еще актуальны, время определения координат GPS-приемником Copernicus сокращается до 9 секунд.

## Получение информации о точном времени

Во многих случаях необходимо иметь информацию о мировом времени или выдавать сигнал для точной временной синхронизации оборудования, установленного в разных точках земного шара. GPS-приемник Copernicus может с успехом применяться в подобных приложениях. Наличие на спутниках прецизионных атомных часов позволяет GPS-приемнику синхронизировать свой внутренний генератор с очень высокой точностью. Модуль Copernicus выдает (выход PPS) ежесекундные импульсы синхронизации положительной полярности с точностью  $\pm 50$  нс относительно всеобщего скоординированного времени UTC (Universal Coordinated Time). **□**



Рис. 10. Внешний вид CD из комплекта разработчика