

# Новый отечественный ГЛОНАСС / GPS / Galileo навигационный приемник ПРО-04

УДК 621.396:629 | ВАК 05.11.03

И. Корнеев, к. т. н.<sup>1</sup>, В. Польщиков<sup>2</sup>, А. Шилов<sup>3</sup>

Навигационная аппаратура с использованием сигналов ГНСС сегодня широко востребована в различных приложениях. Учитывая потребности рынка, АО «НИИМА «Прогресс» разработало новый конкурентоспособный навигационный приемник, поддерживающий работу с тремя ГНСС: ГЛОНАСС/GPS/Galileo. В статье рассказывается об особенностях, характеристиках и областях применения этого прибора.

## ОСОБЕННОСТИ ПРИЕМНИКА

Разработанный в АО «НИИМА «Прогресс» приемник ПРО-04 (заказчик – Минпромторг России) – одно из лучших отечественных достижений в области малогабаритных навигационных модулей нового поколения, запущенных в серийное производство.

Трехсистемный навигационный приемник ПРО-04 (рис. 1) выполнен с использованием технологии 65 нм, построен на одной СБИС «система в корпусе» (СвК) и превосходит предыдущую версию (модуль ГеоС-3М (рис. 2)) по характеристикам.

ПРО-04 работает по сигналам глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) ГЛОНАСС/GPS/Galileo, предназначен для вычисления текущих координат и скорости объекта в реальном масштабе времени в автономном и дифференциальных режимах, формирования секундной метки времени и обмена информацией с внешней аппаратурой с использованием интерфейсов UART.

Приемник поддерживает выдачу фазовых измерений для применения в системах высокоточной навигации, работающих в режиме RTK (Real Time Kinematic), в которых обеспечивается местоопределение с точностью до 2 см с использованием дифференциальных фазовых поправок.

Модуль имеет 44 универсальных корреляционных канала приема и обработки радиосигналов. Габаритные размеры OEM-модуля ПРО-04 составляют 14,3×13,7×2,6 мм (для замены модуля ГеоС-3М в аппаратуре). Есть версия с габаритами 12×12×2,6 мм.

<sup>1</sup> АО «НИИМА «Прогресс», директор по научной работе, korneyev@mri-progress.ru.

<sup>2</sup> АО «НИИМА «Прогресс», начальник отдела, Polshikov@mri-progress.ru.

<sup>3</sup> АО «НИИМА «Прогресс», заместитель начальника отдела, Shilov@mri-progress.ru.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МОДУЛЯ

Ряд технических характеристик модуля ПРО-04 был измерен с использованием имитатора сигналов ГНСС. Получены следующие результаты.

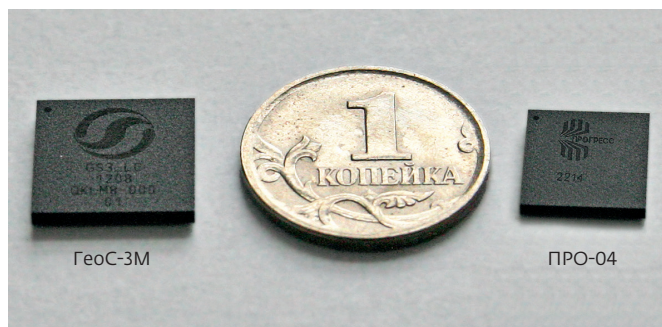
Средняя квадратичная погрешность (СКП) в совмещенном режиме ГЛОНАСС/GPS составляет не более 0,03 м/с для составляющих вектора скорости и не более 30 нс для сигнала 1PPS (синхронизирующего сигнала метки времени).

Время до первого местоопределения составляет: при холодном старте – 27 с, теплом старте – 25 с, горячем старте – 2 с, повторном захвате – 1 с. Эти значения близки к предельно достижимым.

Чувствительность модуля ПРО-04 в режиме поиска навигационных сигналов не хуже –145 дБМВт (–175 дБВт), в режиме слежения – не хуже –161 дБМВт (–191 дБВт). Модуль может работать как с активной, так и с пассивной антенной.



Рис. 1. OEM-модуль навигационного приемника ПРО-04: а – с крышкой, б – без крышки



**Рис. 2.** Сравнение габаритных размеров СвК GeoC-3М и ПРО-04

Программно-устанавливаемая частота выдачи измеряемых модулем навигационных параметров может принимать значения 1, 2, 5 или 10 Гц (по умолчанию – 1 Гц).

Напряжение питания ядра составляет от 1,7 до 1,9 В. Напряжение питания антенны – от 2,9 до 3,3 В. Потребляемая мощность при напряжении питания 3,3 В – не более 0,1 Вт.

По условиям эксплуатации ПРО-04 соответствует требованиям ГОСТ 25467-82 для группы исполнения М5, климатическое исполнение – УХЛ 3.1 по ГОСТ 15150-69. Диапазон рабочих температур – от –40 до +85 °С.

Приемник может стартовать с холодного старта в режиме «только ГЛОНАСС», чего не может делать ни один из импортных приемников.

### ПРИЕМНИКИ ГЕОС-3М И ПРО-04 В СРАВНЕНИИ С КОНКУРЕНТАМИ

Предшественник ПРО-04 – модуль GeoC-3М совместной разработки АО «НИИМА «Прогресс» и дизайн-центра (ДЦ) «ГеоСтар Навигация» – проходил испытания в НАМИ и ЦНИИмаш в мобильной измерительно-диагностической лаборатории (МИДЛ), по результатам которых точность определения координат в разных условиях позволила модулю показать результаты, не уступающие лучшим зарубежным аналогам. Эта же версия приемника тестировалась на опытном поле Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева. В сравнении с зарубежным аналогом компании Trimble, превосходящим GeoC-3М по стоимости в десятки раз, расхождения в точности были незначительными.

Технические характеристики и габариты позволяют ПРО-04 конкурировать с лучшими мировыми аналогами компаний U-blox, STMicroelectronics и MediaTek (табл. 1). Прибор немного проигрывает им по цене (с разницей 2–3 долл.), но это объясняется, прежде всего, тем, что зарубежные аналоги выпускаются партиями в десятки миллионов штук, а ПРО-04 – десятками тысяч.

### ИСПЫТАНИЯ МОДУЛЯ ПРО-04

ОАО «ВНИИР-Прогресс» провело исследования на предмет помехоустойчивости, в которых ПРО-04 занял первое место среди отечественных навигационных приемников.

Весной 2018 года в г. Калуга модуль ПРО-04 успешно прошел испытания при работе по реальным сигналам ГНСС в условиях, приближенных к реальным условиям эксплуатации, для проверки соответствия требованиям МВД России. Испытания показали, что погрешность определения навигационных параметров (СКП) в совмещенном режиме ГЛОНАСС / GPS составляет не более 1,5 м для плановых координат на открытой местности и 3,9 м – в условиях плотной городской застройки. При определении высоты СКП составила не более 4,3 м на открытой местности и 4,9 м – в условиях плотной городской застройки. Испытания были проведены с использованием лаборатории МИДЛ (рис. 3).

Кроме того, после испытаний во ФГУП «ВНИИФТРИ» модуль ПРО-04 получил свидетельство об утверждении типа средств измерений.

### ПОТРЕБИТЕЛИ НАВИГАЦИОННЫХ МОДУЛЕЙ ПРО-04

Приемник имеет привлекательную цену: при партии 1 тыс. шт. – 750 р., при партии более 200 тыс. шт. – 450 р.

На 2018 год общий объем российского рынка навигационной аппаратуры в количественном выражении составил около 18 млн единиц. Основным драйвером роста рынка выступает оснащение наземного пассажирского транспорта, транспортных средств, перевозящих опасные грузы, магистральных пассажирских вагонов и локомотивов, водных и воздушных транспортных средств. В ближайшей перспективе (2019–2020 годы) ожидается рост российского рынка навигационных приемников на уровне 8–10% в год.



**Рис. 3.** Лаборатория МИДЛ

Таблица 1. Сравнительные характеристики отечественных и импортных навигационных приемников

Особенности приемников	АО «НИИМА «Прогресс»/ ДЦ «ГеоСтар Навигация» ГеоС-3М (Россия)	АО «НИИМА «Прогресс» ПРО-04 (Россия)	STMicroelectronics STA8088EX (Франция/ Италия)	MediaTek MT3333 (Тайвань)	U-blox UBX-M8030 (Швейцария)
Системы навигации	ГЛОНАСС/GPS	ГЛОНАСС/GPS/ Galileo	ГЛОНАСС/GPS/ Galileo	ГЛОНАСС/GPS/ Galileo/Beidou2	ГЛОНАСС/GPS или GPS/Beidou2
Чувствительность при слежении, дБВт	-191	-191	-192	-191	-195
Потребляемая мощность при слежении, мВт	100	80	181	73	60
Время холодного старта, с	30	27	35	28	26
Встроенная флеш-память	Есть	Есть	Нет	Есть	Нет
Размеры чипа приемника, мм	10×10×1,5	8×8×1,5	9×9×1,2	4,3×4,3	5×5
Размеры OEM-модуля, мм	14,3×13,7	14,3×13,7 или 12,0×12,0	13,0×15,0	9,7×10,1 или 12,2×16,0	9,0×10,0 или 12,0×16,0

На массовом рынке автомобильных применений рассматриваются три проекта, в которых планируется использование ПРО-04:

- терминалы Государственной автоматизированной информационной системы «ЭРА-ГЛОНАСС» – до 2 млн в год;
- система контроля труда и отдыха водителей (тахографы) – всего 500 тыс.;
- система взимания платы с транспортных средств, имеющих разрешенную максимальную массу свыше 12 т (система «Платон») – всего 500 тыс.

Перспективной сферой применения ПРО-04 является его использование в малых беспилотных летательных аппаратах (БПЛА) из-за низкой цены, малого веса и габаритов модулей.

Аппаратура RTK с использованием модуля ПРО-04 позволяет выполнять высокоточные измерения, в частности, проводить мониторинг изменения расстояний между рельсами на железнодорожных станциях и перегонах, отслеживать колебания и смещения объектов (мостов, зданий, нефте- и газопроводов) и др. Еще одна область применения – в аграрной сфере, а именно, в высокоточном земледелии.

В планах АО «НИИМА «Прогресс» – усовершенствовать настоящую модель ПРО-04 с целью снижения цены и добавить возможность обработки сигналов четвертой навигационной системы – китайской Beidou. В частности, в этом поможет переход с технологии 65 нм на 40 нм – основную технологию, используемую сегодня в мире в подобных устройствах.

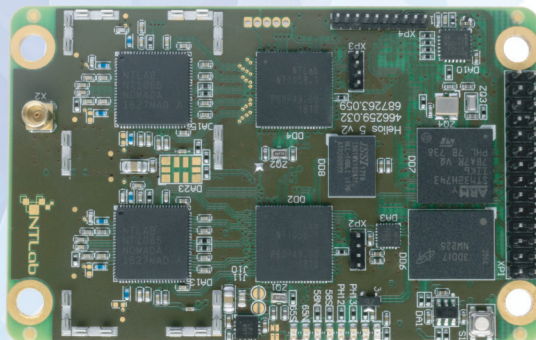


# Отечественные многочастотные навигационные приемники миллиметровой точности семейства «Глонаш»



## Эффективное решение для широких областей применения

Одноантенные и двухантенные OEM GNSS приемники семейства «Глонаш» обеспечивают высокоточное RTK позиционирование, а также определение углов пространственной ориентации объекта (курс, крен, тангаж).



**Поддерживает одновременный прием сигналов ГЛОНАСС/GPS/Galileo/BeiDou/NavIC (IRNSS)**

**Темп выдачи сырых данных до 100 Гц**

**Потребляемая мощность от 0.25 Вт**

**Точность измерений по фазе кода: 20 см по фазе несущей: 0.8 мм**

**Точностные параметры автономный режим RTK режим**

**В плане 1,5 м 5 мм+0,5 мм/км**

**По высоте 2 м 8 мм+1 мм/км**

- ГЛОНАСС L1/L2, GPS L1/L2/L5, Galileo E1/E5a/E5b, BeiDou B1/B2, NavIC (IRNSS) L5/S и SBAS L1
- Создано на чипсете российской разработки
- Встроенный микроконтроллер доступен для FW пользователя
- Встроенный 9-осевой инерциальный измерительный МЭМС-датчик
- Слабосвязанный алгоритм комплексирования GNSS и INS
- Простая и быстрая интеграция в устройство пользователя

