KAITUO NAVIGATION

Beijing Kaituo Daokong Technology Co., Ltd.

КАТАЛОГ ПРОДУКЦИИ

Инерциальные датчики · навигационные системы
испытательные стенды · системы автоматизации портов

Издание 2026 года

www.ktnavigation.com

01

О компании

Beijing Kaituo Daokong Technology Co., Ltd. (торговая марка Kaituo Navigation) основана 26 октября 2017 года. Штаб-квартира расположена в Пекинской экономико-технологической зоне развития, производственные мощности — в Пекине, Хэфэе и Циндао. Компания специализируется на исследованиях, разработке, производстве и продаже инерциальных датчиков и испытательных систем, инерциальных навигационных изделий, систем навигации и управления для портовой автоматизации, а также компонентов интеллектуального оборудования.

Продукция применяется в беспилотном транспорте, робототехнике, мобильном картографировании, промышленном интернете вещей, полевой геологоразведке, обследовании мостов, метро и тоннелей, автоматизации портов и терминалов, промышленном управлении. Компания придерживается принципа «собственная разработка, полный контроль качества»: ключевые технологии — чувствительные элементы, схемотехника, алгоритмы термокомпенсации и калибровки — реализованы внутри предприятия.

Стратегия компании построена по схеме «компонент — модуль — система»: от кварцевых акселерометров и MEMS-гироскопов до инерциальных измерительных модулей, курсовых систем, интегрированных INS/GNSS-решений и законченных систем автоматизации портовой техники. Такая структура позволяет подобрать изделие под задачу заказчика — от серийного модуля в BGA-корпусе до системы с индивидуальной конфигурацией, исполнения и метрологического обеспечения.

Ключевые факты

Год основания	2017
Профиль	Инерциальные датчики, навигационные системы, испытательные стенды, портовая автоматизация
Структура бизнеса	«Компонент — модуль — система»
Научно-технические центры	3 (Пекин — инерциальная навигация; Пекин — портовая автоматизация; Хэфэй — техническое зрение)
Производственные площадки	3 (Хэфэй, Пекин, Циндао)
Серийный выпуск	до 60 000 MEMS-изделий и 2 000 комплектов портовых систем в год
Система качества	Приёмо-сдаточные и квалификационные испытания на собственных стендах

Производственная и научно-техническая база

Хэфэйская площадка MEMS. Выпуск MEMS-инерциальной продукции. Оснащена двухосными термостатируемыми и трёхосными поворотными столами, климатическими камерами, стендом высокодинамичного моделирования; мощность — до 60 000 изделий в год.

Пекинская площадка MEMS. Выпуск MEMS-инерциальной продукции. Двух- и трёхосные термостатируемые столы, вибростенды, камеры старения; мощность — до 40 000 изделий в год.

Циндаоская площадка. Выпуск систем навигации и управления для портовой автоматизации: испытания ПЛК, стенды старения, климатические и высокотемпературные камеры; более 2 000 комплектов в год.

02

СОДЕРЖАНИЕ

О компании 2

01 Кварцевые маятниковые акселерометры 7 моделей 4

02 MEMS-гиромодули 14 моделей 17

03 Инерциальные измерительные модули 25 моделей 44

04 Курсовые системы и интегрированные INS/GNSS 11 моделей 95

05 Электронные компасы, инклинометры и гирокомпасы 5 моделей 112

06 Волоконно-оптические гироскопы и системы 4 модели 120

07 Инерциальные модули на SIPH-гироскопах 1 модель 128

08 Испытательное оборудование и стенды 7 моделей 131

09 Компоненты и интеллектуальное оборудование 1 модель 147

Контакты и условия поставки 149

Каждый раздел открывается введением и сводной таблицей; далее каждому изделию отведена отдельная страница с фотографией, описанием, перечнем особенностей и полной таблицей технических характеристик.

01

Кварцевые маятниковые акселерометры

7 МОДЕЛЕЙ В РАЗДЕЛЕ

Кварцевые маятниковые акселерометры компенсационного типа — основа точных инерциальных систем: они измеряют кажущееся ускорение с разрешением в единицы микрограмм и сохраняют характеристики годами. В линейке — универсальные, малошумящие, малоразмерные и термостойкие исполнения с рабочими температурами до +180 °C, а также трёхосевой моноблок и двухосевой цифровой акселерометр.

Как выбирать

Выбор исполнения определяется диапазоном (до ±100 g), требованиями к повторяемости (σK0 от 10 до 150 мкг) и условиями эксплуатации: для высоких температур — END-JB4 и END-JB6, для минимальных габаритов — END-JB3, для трёхосных измерений в одном корпусе — END-JB100, для цифрового двухосевого канала — END-JB3-D01.

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА РАЗДЕЛА

Модель	Диапазон	Смещение нуля	Стабильность нуля	Габариты / масса
END-JB3-D01	±30 g	—	—	Ø18,2 × 18,6 мм / ≤ 35 г
END-JB1	±50 g	≤ ±3 мг	≤ 10 мкг	Ø25,4 × 30 мм / 80 г
END-JB2	±70 g	≤ ±3 мг	≤ 10 мкг	Ø25,4 × 30 мм / ≤ 80 г
END-JB3	±60 g	≤ ±5 мг	—	Ø18,2 × 23 мм / ≤ 30 г
END-JB4	±30 g	< 10 мг	—	Ø25 × 21,5 мм / < 65 г
END-JB6	±20 g	≤ ±30 мг	—	Ø18,2 × 16 мм / 25 г
END-JB100	±50 g	≤ ±5 мг	—	Ø30 × 32 мм / 100 г

END-JB3-D01

Двухосевой цифровой акселерометр END-JB3-D01

Два измерительных канала и цифровой выход в одном корпусе

END-JB3-D01 — двухосевой цифровой акселерометр, измеряющий ускорение по двум осям и температуру. Внутри корпуса установлены два миниатюрных чувствительных элемента, аналоговые сигналы которых оцифровываются высокоточным АЦП, после чего передаются в навигационный вычислитель в цифровом виде.

Оцифровка выполняется внутри прибора, поэтому исключаются шумы и помехи, которые вносит внешняя схема преобразования сигнала, а обмен данными идёт по высокоскоростному и помехоустойчивому цифровому каналу. Один прибор заменяет два отдельных акселерометра и внешний АЦП, что упрощает интеграцию и сокращает объём аппаратуры.

Предусмотрен синхронный триггерный выход, позволяющий согласовать моменты съёма данных с другими инерциальными изделиями. Прибор рассчитан на диапазон ±30 g, полосу пропускания от 200 Гц и питание 5 ± 0,3 В, поэтому подходит для встраиваемых систем с низковольтным питанием.



Общий вид — END-JB3-D01

ОСОБЕННОСТИ

- Прямой цифровой выход, упрощающий интеграцию в систему
- Один прибор обеспечивает измерение по двум осям, экономя объём системы
- Встроенный двухосевой чувствительный элемент малых габаритов
- Высокоточное аналого-цифровое преобразование внутри корпуса снижает уровень шумов и помех
- Высокоскоростной и надёжный цифровой обмен данными с навигационным вычислителем
- Синхронный триггерный выход для согласования данных с другими инерциальными изделиями
- Измерение температуры встроенным датчиком
- Низкая стоимость и простота применения

Применение. Беспилотный транспорт и системы помощи водителю; Промышленная автоматизация и робототехника; Встраиваемые системы и интернет вещей; Полевая геологоразведка; Диагностика состояния промышленного оборудования; Обследование мостов, метро и тоннелей.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	END-JB3-D01
Диапазон измерений	g	±30
Полоса пропускания	Гц	≥ 200
Температурный коэффициент смещения нуля	мкг/°C	≤ 30
Температурный коэффициент масштабного коэффициента	ppm/°C	≤ 30
Стабильность смещения нуля во всём диапазоне температур	мкг	≤ 400
Стабильность масштабного коэффициента во всём диапазоне температур	ppm	≤ 100
Габаритные размеры	мм	Ø18,2 × 18,6
Масса	г	≤ 35
Напряжение питания	В	5 ± 0,3
Потребляемая мощность	Вт	≤ 0,6

END-JB1

Кварцевый маятниковый акселерометр END-JB1

Универсальная серия, три исполнения

END-JB1 — универсальный кварцевый маятниковый акселерометр компенсационного типа, предназначенный для измерения линейного ускорения и кажущегося ускорения в составе инерциальных систем, систем стабилизации и вибрационного контроля. Чувствительный элемент выполнен на кварцевой подвеске, благодаря чему прибор сохраняет стабильность характеристик при длительной эксплуатации и в широком диапазоне температур.

Выходной сигнал — ток, пропорциональный действующему ускорению. Пользователь выбирает нагрузочный резистор, задавая тем самым требуемый масштаб выходного напряжения, что позволяет согласовать акселерометр с АЦП различной разрядности. По заказу прибор оснащается встроенным датчиком температуры (AD590, PT1000 или DS18B20) для термокомпенсации смещения нуля и масштабного коэффициента.

Акселерометр пригоден как для статических измерений (наклон, гравиметрия), так и для динамических задач — он сохраняет работоспособность при вибрации и ударах и может использоваться в качестве стандартного датчика вибрации.



Общий вид — END-JB1

ОСОБЕННОСТИ

- Полностью собственная разработка и производство, отсутствие зависимости от импортных комплектующих
- Низкочастотная характеристика с откликом на постоянном токе (0 Гц) и токовым выходом, устойчивым к помехам
- Хорошие температурные характеристики: параметры стабильны во всём диапазоне температур
- Малые габариты и масса: Ø25,4 × 30 мм, 80 г
- Высокая повторяемость и надёжность от партии к партии
- Возможность исполнения со встроенным датчиком температуры
- Изготовление по требованиям заказчика: масштабный коэффициент, способ монтажа, размеры
- Низкий уровень шума и высокая точность

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон	**±50 g**
Смещение нуля	**≤ ±3 мг**
Повторяемость σK0 (1 мес.)	**≤ 10 мкг**
Габариты / масса	**Ø25,4 × 30 мм / 80 г**

Применение. Инерциальные навигационные системы и гирокомпасы; Системы стабилизации и наведения; Вибрационный контроль и диагностика конструкций; Геодезия, наклономеры и гравиметрические измерения; Испытательные стенды и метрологическое оборудование; Промышленная автоматизация и робототехника.

END-JB1 Кварцевый маятниковый акселерометр END-JB1

Примечания. Масштабный коэффициент настраивается по требованию заказчика; Тип встроенного датчика температуры — AD590, PT1000 или DS18B20; Период приёмо-сдаточных испытаний — 1, 3, 6 или 12 месяцев по требованию заказчика; Способ монтажа и габаритные размеры могут быть незначительно изменены под требования заказчика.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	END-JB1-01	END-JB1-02	END-JB1-03
Диапазон измерений	g	±50	±50	±50
Порог чувствительности	мкг	5	5	5
Смещение нуля K0 (при 25 °C)	мг	≤ ±3	≤ ±3	≤ ±5
Масштабный коэффициент K1	мА/g	0,90…1,30	0,90…1,30	0,90…1,30
Коэффициент квадратичной нелинейности K2	мкг/g²	≤ ±10	≤ ±15	≤ ±20
Кратковременная стабильность (4 ч) при 0 g	мкг	≤ 10	≤ 15	≤ 20
Кратковременная стабильность (4 ч) при 1 g	ppm	≤ 10	≤ 15	≤ 20
Повторяемость смещения нуля σK0 (1σ, 1 месяц)	мкг	≤ 10	≤ 20	≤ 30
Повторяемость масштабного коэффициента σK1/K1 (1σ, 1 месяц)	ppm	≤ 15	≤ 30	≤ 50
Повторяемость коэффициента нелинейности K2 (1σ, 1 месяц)	мкг/g²	≤ ±10	≤ ±20	≤ ±30
Температурный коэффициент смещения нуля (среднее по диапазону)	мкг/°C	≤ ±10	≤ ±30	≤ ±50
Температурный коэффициент масштабного коэффициента (среднее по диапазону)	ppm/°C	≤ ±10	≤ ±30	≤ ±50
Шум (нагрузочный резистор 840 Ом)	мВ	≤ 5	≤ 8,4	≤ 8,4
Собственная частота	Гц	400…800	400…800	400…800
Полоса пропускания	Гц	800…2500	800…2500	800…2500
Случайная вибрация	g	6,06 (20…2000 Гц)	6,06 (20…2000 Гц)	6,06 (20…2000 Гц)
Ударная нагрузка	g	100 (5 мс, полусинус)	100 (5 мс, полусинус)	100 (5 мс, полусинус)
Рабочая температура	°C	−55…+85	−55…+85	−55…+85
Температура хранения	°C	−60…+120	−60…+120	−60…+120
Напряжение питания	В	±12…±18	±12…±18	±12…±18
Потребляемый ток	мА	≤ ±20	≤ ±20	≤ ±20
Датчик температуры	—	по заказу	по заказу	по заказу
Габаритные размеры	мм	Ø25,4 × 30	Ø25,4 × 30	Ø25,4 × 30
Масса	г	≤ 80	≤ 80	≤ 80

END-JB2

Кварцевый маятниковый акселерометр END-JB2

Серия с расширенным диапазоном измерений, три исполнения

END-JB2 — кварцевый маятниковый акселерометр компенсационного типа с расширенным диапазоном измерений: в базовом исполнении диапазон составляет ±70 g, по данным изготовителя прибор работоспособен до ±100 g. Такое сочетание диапазона и точности востребовано в задачах, где измеряемые ускорения существенно превышают 1 g.

Выходной ток пропорционален действующей силе или ускорению и линеен в рабочем диапазоне. Пользователь подбирает нагрузочный резистор, задавая требуемый масштаб выходного напряжения, и при необходимости заказывает встроенный датчик температуры (AD590, PT1000 или DS18B20) для компенсации смещения нуля и масштабного коэффициента.

Серия выпускается в трёх исполнениях, различающихся смещением нуля, нелинейностью и повторяемостью характеристик. Габариты и масса (Ø25,4 × 30 мм, не более 80 г) совпадают с универсальной серией END-JB1. Прибор работает при температуре от −55 до +85 °C, выдерживает удары до 100 g и пригоден как для статических, так и для динамических измерений, включая применение в качестве стандартного датчика вибрации.



Общий вид — END-JB2

ОСОБЕННОСТИ

- Полностью собственная разработка и производство, отсутствие зависимости от импортных комплектующих
- Низкочастотная характеристика с откликом на постоянном токе (0 Гц) и токовым выходом, устойчивым к помехам
- Широкий диапазон напряжения питания (±10…±18 В)
- Высокая стойкость к условиям эксплуатации, возможность исполнения с температурным выходом
- Диапазон измерений до ±100 g
- Изготовление по требованиям заказчика: масштабный коэффициент, способ монтажа, габаритные размеры

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон	**±70 g**
Смещение нуля	**≤ ±3 мг**
Повторяемость σK0 (1 мес.)	**≤ 10 мкг**
Габариты / масса	**Ø25,4 × 30 мм / ≤ 80 г**
Питание	**±12…±15 В**

Применение. Инерциальные навигационные системы и курсовые системы; Системы стабилизации и наведения; Вибрационный контроль и диагностика конструкций; Измерения ударных и импульсных ускорений; Испытательные стенды и метрологическое оборудование; Промышленная автоматизация и робототехника.

END-JB2 Кварцевый маятниковый акселерометр END-JB2

Примечания. Масштабный коэффициент настраивается по требованию заказчика; Тип встроенного датчика температуры — AD590, PT1000 или DS18B20; Период приёмо-сдаточных испытаний — 1, 3, 6 или 12 месяцев по требованию заказчика; Способ монтажа задаётся заказчиком; габаритные размеры могут быть незначительно изменены, прочие испытания проводятся по требованиям заказчика; В перечне особенностей источника диапазон напряжения питания указан как ±10…±18 В, в таблице характеристик — ±12…±15 В; уточняется при заказе.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	END-JB2-01	END-JB2-02	END-JB2-03
Диапазон измерений	g	±70	±70	±70
Порог чувствительности	мкг	5	5	5
Смещение нуля K0 (при 25 °C)	мг	≤ ±3	≤ ±3	≤ ±5
Масштабный коэффициент K1	мА/g	0,8…1,5	0,8…1,5	0,8…1,5
Коэффициент квадратичной нелинейности K2	мкг/g²	≤ ±10	≤ ±15	≤ ±20
Кратковременная стабильность (4 ч) при 0 g	мкг	≤ 10	≤ 15	≤ 20
Кратковременная стабильность (4 ч) при 1 g	ppm	≤ 10	≤ 15	≤ 20
Повторяемость смещения нуля σK0 (1σ, 1 месяц)	мкг	≤ 10	≤ 20	≤ 30
Повторяемость масштабного коэффициента σK1/K1 (1σ, 1 месяц)	ppm	≤ 15	≤ 30	≤ 50
Повторяемость коэффициента нелинейности K2 (1σ, 1 месяц)	мкг/g²	≤ ±10	≤ ±20	≤ ±30
Температурный коэффициент смещения нуля (среднее по диапазону)	мкг/°C	≤ ±10	≤ ±30	≤ ±50
Температурный коэффициент масштабного коэффициента (среднее по диапазону)	ppm/°C	≤ ±10	≤ ±30	≤ ±50
Шум (нагрузочный резистор 840 Ом)	мВ	≤ 5	≤ 5	≤ 5
Собственная частота	Гц	400…800	400…800	400…800
Полоса пропускания	Гц	800…2500	800…2500	800…2500
Случайная вибрация	g	6 (20…2000 Гц)	6 (20…2000 Гц)	6 (20…2000 Гц)
Ударная нагрузка	g	100 (5 мс, полусинус)	100 (5 мс, полусинус)	100 (5 мс, полусинус)
Рабочая температура	°C	−55…+85	−55…+85	−55…+85
Температура хранения	°C	−60…+120	−60…+120	−60…+120
Напряжение питания	В	±12…±15	±12…±15	±12…±15
Потребляемый ток	мА	≤ ±20	≤ ±20	≤ ±20
Датчик температуры	—	по требованию заказчика	по требованию заказчика	по требованию заказчика
Габаритные размеры	мм	Ø25,4 × 30	Ø25,4 × 30	Ø25,4 × 30
Масса	г	≤ 80	≤ 80	≤ 80

END-JB3

Кварцевый маятниковый акселерометр END-JB3

Малогабаритная серия с диапазоном ±60 g, три исполнения

END-JB3 — малогабаритный кварцевый маятниковый акселерометр компенсационного типа с диапазоном измерений ±60 g. Корпус Ø18,2 × 23 мм массой не более 30 г позволяет устанавливать прибор в компактные блоки инерциальных датчиков.

Выходной ток пропорционален действующему ускорению и линеен в рабочем диапазоне. Масштабный коэффициент (1,0 или 0,6 мА/g в зависимости от исполнения) настраивается по требованиям заказчика, а нужный масштаб выходного напряжения задаётся внешним нагрузочным резистором. По заказу в прибор встраивается датчик температуры (AD590, PT1000 или DS18B20) для компенсации смещения нуля и масштабного коэффициента.

Прибор сохраняет работоспособность при случайной вибрации 10 g и ударах до 150 g, пригоден для статических и динамических измерений и может использоваться как стандартный датчик вибрации. Серия выпускается в трёх исполнениях, различающихся точностью и настройкой масштабного коэффициента.



Общий вид — END-JB3

ОСОБЕННОСТИ

- Полностью собственная разработка и производство, отсутствие зависимости от импортных комплектующих
- Низкочастотная характеристика с откликом на постоянном токе (0 Гц) и токовым выходом, устойчивым к помехам
- Миниатюрная конструкция: Ø18,2 × 23 мм, масса не более 30 г
- Низкий уровень шума и высокое разрешение
- Хорошие температурные характеристики (средние по диапазону)
- Высокая стойкость к условиям эксплуатации, возможность исполнения с температурным выходом
- Изготовление по требованиям заказчика: масштабный коэффициент, способ монтажа, габаритные размеры

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон	**±60 g**
Смещение нуля	**≤ ±5 мг**
Порог чувствительности	**5 мкг**
Габариты / масса	**Ø18,2 × 23 мм / ≤ 30 г**
Питание	**±12…±15 В**

Применение. Инерциальные навигационные системы и курсовые системы; Системы стабилизации и наведения; Вибрационный контроль и диагностика конструкций; Геодезия, инклинометрия и гравиметрические измерения; Испытательные стенды и метрологическое оборудование; Промышленная автоматизация и робототехника.

END-JB3 Кварцевый маятниковый акселерометр END-JB3

Примечания. Масштабный коэффициент настраивается по требованию заказчика; Тип встроенного датчика температуры — AD590, PT1000 или DS18B20; Период приёмо-сдаточных испытаний — 1, 3, 6 или 12 месяцев по требованию заказчика; Способ монтажа задаётся заказчиком; габаритные размеры могут быть незначительно изменены, прочие испытания проводятся по требованиям заказчика.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	END-JB3-01	END-JB3-02	END-JB3-03
Диапазон измерений	g	±60	±60	±60
Порог чувствительности	мкг	5	5	5
Смещение нуля K0 (при 25 °C)	мг	≤ ±5	≤ ±5	≤ ±5
Масштабный коэффициент K1	мА/g	1,0 ± 0,2	1,0 ± 0,2	0,6 ± 0,2
Коэффициент квадратичной нелинейности K2	мкг/g²	≤ ±20	≤ ±30	≤ ±20
Кратковременная стабильность (4 ч) при 0 g	мкг	≤ 10	≤ 20	≤ 20
Кратковременная стабильность (4 ч) при 1 g	ppm	≤ 10	≤ 20	≤ 20
Повторяемость смещения нуля σK0 (1σ, 1 месяц)	мкг	≤ 15	≤ 50	≤ 50
Повторяемость масштабного коэффициента σK1/K1 (1σ, 1 месяц)	ppm	≤ 15	≤ 50	≤ 50
Повторяемость коэффициента нелинейности σK2 (1σ, 1 месяц)	мкг/g²	≤ ±20	≤ ±30	≤ ±30
Температурный коэффициент смещения нуля (среднее по диапазону)	мкг/°C	≤ ±15	≤ ±50	≤ ±50
Температурный коэффициент масштабного коэффициента (среднее по диапазону)	ppm/°C	≤ ±15	≤ ±80	≤ ±50
Шум (нагрузочный резистор 840 Ом)	мВ	≤ 5	≤ 8,4	≤ 8,4
Собственная частота	Гц	350…800	350…800	350…800
Полоса пропускания	Гц	800…2500	800…2500	800…2500
Случайная вибрация	g	10 (20…2000 Гц)	10 (20…2000 Гц)	10 (20…2000 Гц)
Ударная нагрузка	g	150 (0,5 мс, полусинус)	150 (0,5 мс, полусинус)	150 (0,5 мс, полусинус)
Рабочая температура	°C	−55…+85	−55…+85	−55…+85
Температура хранения	°C	−60…+120	−60…+120	−60…+120
Напряжение питания	В	±12…±15	±12…±15	±12…±15
Потребляемый ток	мА	≤ ±20	≤ ±20	≤ ±20
Габаритные размеры	мм	Ø18,2 × 23	Ø18,2 × 23	Ø18,2 × 23
Масса	г	≤ 30	≤ 30	≤ 30

END-JB4

Кварцевый маятниковый акселерометр END-JB4

Термостойкая ударостойкая серия, три исполнения

END-JB4 — кварцевый маятниковый акселерометр компенсационного типа, спроектированный для работы при высокой температуре и ударных нагрузках. Корпус из нержавеющей стали серии 300 диаметром 25 мм и высотой менее 21,5 мм защищает чувствительный элемент и сохраняет точность при вибрации и ударах до 1000 g.

Выходной сигнал — ток, пропорциональный измеряемому ускорению; требуемый масштаб выходного напряжения задаётся подбором нагрузочного резистора. По заказу прибор оснащается встроенным датчиком температуры (AD590 или PT1000), сигнал которого используется для компенсации температурных уходов смещения нуля и масштабного коэффициента. Для каждого прибора нормируется погрешность установки — не более 1500 мкрад.

Серия выпускается в трёх исполнениях с верхней границей рабочей температуры +96, +125 и +180 °C. Исполнение END-JB4-01 имеет лучшие точностные характеристики, но меньшую ударную нагрузку (500 g); END-JB4-02 и END-JB4-03 различаются только температурой. Прибор пригоден как для статических, так и для динамических измерений и может использоваться в качестве стандартного датчика вибрации.



Общий вид — END-JB4

ОСОБЕННОСТИ

- Полностью собственная разработка и производство, отсутствие зависимости от импортных комплектующих
- Низкочастотная характеристика с откликом на постоянном токе (0 Гц) и токовым выходом, устойчивым к помехам
- Низкий уровень шума и высокое разрешение — менее 10 мкг
- Рабочая температура до +180 °C
- Высокая стойкость к условиям эксплуатации, возможность исполнения с температурным выходом
- Изготовление по требованиям заказчика: масштабный коэффициент, способ монтажа, габаритные размеры

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон	**±30 g**
Смещение нуля	**< 10 мг**
Рабочая температура	**−55…+180 °C**
Габариты / масса	**Ø25 × 21,5 мм / < 65 г**
Ударная нагрузка	**до 1000 g**

Применение. Инерциальные навигационные системы и курсовые системы; Системы стабилизации и наведения; Вибрационный контроль и диагностика конструкций; Измерения в составе приборов, работающих при повышенной температуре; Испытательные стенды и метрологическое оборудование; Геодезия, инклинометрия и гравиметрические измерения.

END-JB4 Кварцевый маятниковый акселерометр END-JB4

Примечания. Масштабный коэффициент настраивается по требованию заказчика; Тип встроенного датчика температуры — AD590 или PT1000; Период приёмо-сдаточных испытаний — 1, 3, 6 или 12 месяцев по требованию заказчика; Способ монтажа задаётся заказчиком; габаритные размеры могут быть незначительно изменены, прочие испытания проводятся по требованиям заказчика.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	END-JB4-01	END-JB4-02	END-JB4-03
Диапазон измерений	g	±30	±30	±30
Смещение нуля K0 (при 25 °C)	мг	< 10	< 40	< 40
Повторяемость смещения нуля σK0 (1σ, 1 месяц)	мкг	< 50	< 250	< 250
Температурный коэффициент смещения нуля	мкг/°C	< 50	< 150	< 150
Масштабный коэффициент K1	мА/g	1,1…1,4	1,1…1,4	1,1…1,4
Повторяемость масштабного коэффициента σK1/K1 (1σ, 1 месяц)	ppm	< 80	< 250	< 250
Температурный коэффициент масштабного коэффициента (среднее по диапазону)	ppm/°C	< 100	< 200	< 200
Погрешность установки	мкрад	< 1500	< 1500	< 1500
Вибрация	мкг/g² rms	< 100 (50…500 Гц)	< 100 (50…500 Гц)	< 100 (50…500 Гц)
Шум	мкг rms	< 3000 (0…10 000 Гц)	< 3000 (0…10 000 Гц)	< 3000 (0…10 000 Гц)
Рабочая температура	°C	−55…+96	−55…+125	−55…+180
Ударная нагрузка	g	500 (0,5 мс)	1000 (0,5 мс)	1000 (0,5 мс)
Синусоидальная вибрация	g	25 (30…500 Гц)	25 (30…500 Гц)	25 (30…500 Гц)
Разрешение	мкг	< 10	< 10	< 10
Полоса пропускания	Гц	> 300	> 300	> 300
Потребляемый ток	мА	< 20	< 20	< 20
Потребляемая мощность (при ±15 В)	мВт	< 480	< 480	< 480
Напряжение питания	В	±12…±18	±12…±18	±12…±18
Масса	г	< 65	< 65	< 65
Установочный диаметр	мм	Ø25	Ø25	Ø25
Высота	мм	< 21,5	< 21,5	< 21,5
Материал корпуса	—	нержавеющая сталь серии 300	нержавеющая сталь серии 300	нержавеющая сталь серии 300

END-JB6

Кварцевый маятниковый акселерометр END-JB6

Малогабаритная термостойкая серия, два исполнения

END-JB6 — малогабаритный кварцевый маятниковый акселерометр компенсационного типа, рассчитанный на работу при повышенных температурах и высоких ударных нагрузках. Прибор выполнен в корпусе Ø18,2 × 16 мм массой 25 г, что позволяет размещать его в малогабаритных измерительных модулях.

Чувствительный элемент на кварцевой подвеске и специально разработанная схема обработки обеспечивают токовый выход, пропорциональный действующему ускорению. Пользователь подбирает нагрузочный резистор, задавая требуемый масштаб выходного напряжения, и при необходимости заказывает встроенный датчик температуры для компенсации смещения нуля и масштабного коэффициента.

Серия выпускается в двух исполнениях, различающихся верхними границами рабочей температуры и температуры хранения: END-JB6-01 — до +180 °C, END-JB6-02 — до +150 °C. Прибор пригоден как для статических, так и для динамических измерений, включая применение в качестве стандартного датчика вибрации.



Общий вид — END-JB6

ОСОБЕННОСТИ

- Полностью собственная разработка и производство, отсутствие зависимости от импортных комплектующих
- Низкочастотная характеристика с откликом на постоянном токе (0 Гц) и токовым выходом, устойчивым к помехам
- Миниатюрная конструкция: Ø18,2 × 16 мм, масса 25 г
- Стойкость к высоким температурам и ударам, низкий уровень шума
- Высокое разрешение и хорошие температурные характеристики (средние по диапазону)
- Высокая стойкость к условиям эксплуатации, возможность исполнения с температурным выходом
- Изготовление по требованиям заказчика

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон	**±20 g**
Смещение нуля	**≤ ±30 мг**
Рабочая температура	**−40…+180 °C**
Габариты / масса	**Ø18,2 × 16 мм / 25 г**
Ударная нагрузка	**1000 g**

Применение. Инерциальные измерительные модули, работающие при повышенных температурах; Бортовые навигационные и курсовые системы; Вибрационный контроль и диагностика конструкций; Испытательные стенды, включая термокамеры; Геодезия и инклинометрия; Промышленная автоматизация и робототехника.

END-JB6 Кварцевый маятниковый акселерометр END-JB6

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	END-JB6-01	END-JB6-02
Диапазон измерений	g	±20	±20
Порог чувствительности	мкг	30	30
Смещение нуля K0 (при 25 °C)	мг	≤ ±30	≤ ±30
Масштабный коэффициент K1	мА/g	1,8…2,8	1,8…2,8
Коэффициент квадратичной нелинейности K2	мкг/g²	≤ ±50	≤ ±50
Кратковременная стабильность (4 ч) при 0 g	мкг	≤ 40	≤ 40
Кратковременная стабильность (4 ч) при 1 g	ppm	≤ 40	≤ 40
Повторяемость смещения нуля σK0 (1σ, 1 месяц)	мкг	≤ 250	≤ 250
Повторяемость масштабного коэффициента σK1/K1 (1σ, 1 месяц)	ppm	≤ 250	≤ 250
Повторяемость коэффициента нелинейности σK2 (1σ, 1 месяц)	мкг/g²	≤ ±50	≤ ±50
Температурный коэффициент смещения нуля	мкг/°C	≤ ±150	≤ ±150
Температурный коэффициент масштабного коэффициента	ppm/°C	≤ ±200	≤ ±200
Шум (нагрузочный резистор 840 Ом)	мВ	≤ 8,4	≤ 8,4
Собственная частота	Гц	350…800	350…800
Полоса пропускания	Гц	800…2500	800…2500
Вибрация	g	25 (20…2000 Гц)	25 (20…2000 Гц)
Ударная нагрузка	g	1000 (0,5 мс, полусинус)	1000 (0,5 мс, полусинус)
Рабочая температура	°C	−40…+180	−40…+150
Температура хранения	°C	−60…+200	−60…+180
Напряжение питания	В	±12…±18	±12…±18
Потребляемый ток	мА	±20	±20
Габаритные размеры	мм	Ø18,2 × 16	Ø18,2 × 16
Масса	г	25	25

END-JB100

Трёхосный кварцевый маятниковый акселерометр END-JB100

Три измерительных канала в одном корпусе, одно исполнение

END-JB100 — трёхосный кварцевый маятниковый акселерометр компенсационного типа, в котором три измерительных канала объединены в одном корпусе. Такая компоновка позволяет измерять ускорение по трём ортогональным осям без выставки отдельных приборов и сокращает число монтажных операций при сборке инерциального блока.

Каждый канал построен на кварцевой подвеске и собственной схеме обработки сигнала: выходной ток пропорционален действующему ускорению, а масштаб выходного напряжения задаётся внешним нагрузочным резистором, который подбирается расчётом под конкретный АЦП. Прибор работает как на постоянном токе (0 Гц), так и в динамическом режиме, поэтому пригоден и для измерений наклона, и для регистрации вибрации.

По заказу прибор оснащается встроенным датчиком температуры, сигнал которого используется для термокомпенсации смещения нуля и масштабного коэффициента. Высокая интеграция, стабильность характеристик от партии к партии и хорошие пусковые свойства делают его удобным для серийных инерциальных систем.



Общий вид — END-JB100

ОСОБЕННОСТИ

- Полностью собственная разработка и производство, отсутствие зависимости от импортных комплектующих
- Низкочастотная характеристика с откликом на постоянном токе (0 Гц) и токовым выходом, устойчивым к помехам
- Высокая стабильность и повторяемость характеристик при длительной эксплуатации, хорошие пусковые свойства
- Высокая степень интеграции: три измерительных канала в одном корпусе
- Хорошие температурные характеристики: параметры стабильны во всём диапазоне температур
- Высокая стойкость к условиям эксплуатации, возможность исполнения с температурным выходом
- Изготовление по требованиям заказчика

Применение. Инерциальные навигационные системы и курсовые системы; Системы стабилизации и наведения; Вибрационный контроль и диагностика конструкций; Испытательные стенды и метрологическое оборудование; Геодезия, инклинометрия и гравиметрические измерения; Промышленная автоматизация и робототехника.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	END-JB100
Диапазон измерений	g	±50
Порог чувствительности	мкг	10
Смещение нуля K0 (при 25 °C)	мг	≤ ±5
Масштабный коэффициент K1	мА/g	0,8…1,2
Коэффициент квадратичной нелинейности K2	мкг/g²	≤ ±20
Кратковременная стабильность (4 ч) при 0 g	мкг	≤ 30
Кратковременная стабильность (4 ч) при 1 g	ppm	≤ 20
Повторяемость смещения нуля σK0 (1σ, 1 месяц)	мкг	≤ 30
Повторяемость масштабного коэффициента σK1/K1 (1σ, 1 месяц)	ppm	≤ 30
Повторяемость коэффициента нелинейности K2/K1 (1σ, 1 месяц)	мкг/g²	≤ ±10
Температурный коэффициент смещения нуля	мкг/°C	≤ ±30
Температурный коэффициент масштабного коэффициента	ppm/°C	≤ ±30
Шум (нагрузочный резистор 840 Ом)	мВ	≤ 8,4
Собственная частота	Гц	350…800
Полоса пропускания	Гц	800…2500
Вибрация	g	5 (20…2000 Гц)
Ударная нагрузка	g	100 (0,5 мс, полусинус)
Рабочая температура	°C	−55…+85
Температура хранения	°C	−60…+100
Напряжение питания	В	±12…±18
Потребляемый ток	мА	±60
Габаритные размеры	мм	Ø30 × 32
Масса	г	100

02

MEMS-гиромодули

14 МОДЕЛЕЙ В РАЗДЕЛЕ

Гиромодули построены на кремниевых MEMS-чувствительных элементах с собственной схемотехникой возбуждения и съёма сигнала, цифровой обработкой и внутренними алгоритмами термо- и нелинейной компенсации. Выпускаются одно-, двух- и трёхосные исполнения с диапазонами до ±500 °/с и стабильностью смещения нуля от 0,2 °/ч; ряд моделей полностью совместим по посадочным размерам и интерфейсу с распространёнными зарубежными аналогами.

Как выбирать

Для задач стабилизации и управления выбирают модели с высокой полосой и малым запаздыванием (END-EX3-27), для навигации — исполнения с малой нестабильностью нуля и случайным уходом (END-EX3-26, END-EX2-5), для космических применений — END-EX3-26 с подтверждённым опытом серийных поставок на аппараты. Экспортная серия END-G3010/G3020/G3060 выпускается в исполнениях A, C, E и совместима по посадке с приборами STIM210/STIM202.

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА РАЗДЕЛА

Модель	Диапазон	Стабильность нуля	Габариты / масса	Обновление данных
END-EX3-6	±400 °/s	0,4…3 °/h	44,8 × 38,6 × 13,5 мм / 38 г	—
END-EX3-2	±400 °/s	3 °/h	44,8 × 38,6 × 20 мм / 52 г	—
END-EX3-1	±100…±400 °/s	0,2…3 °/h	44,8 × 38,6 × 20 мм / 52 г	—
END-EX3-7	±500 °/s	10 °/h	22 × 20 × 9 мм / 10 г	—
END-EX3-8	±2000 °/s	30 °/h	22 × 20 × 10,2 мм / 10 г	—
END-EX3-26	±10 °/s	0,2 °/h	46 × 45 × 25 мм / 65 г	—
END-EX3-27	±400 °/s	0,3 °/h	22 × 20 × 9 мм / 20 г	4000 Гц
END-EX2-1	±400 °/s (±300 °/s — исполнение C)	0,4…3 °/h	21,5 × 21,5 × 30 мм / 50 г	2000 Гц
END-EX2-5	±400 °/s (±300 °/s — исполнение C)	0,4…3 °/h	22,4 × 22,4 × 14 мм / ≤ 20 г	1000 Гц
END-EX1-5	±300 °/s	0,5…10 °/h	20 × 22 × 10,2 мм / 15 г	—
END-EX1-2	±400 °/s (±300 °/s — исполнение C)	0,4…3 °/h	22 × 20 × 10,2 мм / < 15 г	2000 Гц
END-G3010	±300…±400 °/s	1…3 °/h	44,8 × 38,6 × 20 мм / 52±5 г	—
END-G3020	±400 °/s	3 °/h	44,8 × 38,6 × 20 мм / 52±5 г	—
END-G3060	±400 °/c (C — ±300 °/c)	0,1…0,3 °/ч	44,8 × 38,6 × 13,5 мм / 38 г	1000 Гц

END-EX3-6

Трёхосный MEMS-гиромодуль END-EX3-6

Серия из четырёх исполнений (базовое, A, B, C), диапазон до ±400 °/s

END-EX3-6 — трёхосный MEMS-гиромодуль, предназначенный для измерения угловой скорости по трём ортогональным осям носителя в реальном времени. В состав модуля входят MEMS-чувствительные элементы, схемы возбуждения и съёма сигнала, датчик температуры, цифровой сигнальный процессор, корпусные детали и программное обеспечение.

Обработка сигналов выполняется цифровым процессором: встроенные алгоритмы компенсируют температурную зависимость во всём рабочем диапазоне, погрешности установки (перекос осей) и нелинейность масштабного коэффициента. Благодаря этому характеристики модуля остаются стабильными как в статике, так и при динамическом движении и в жёстких условиях эксплуатации. Скорректированные значения угловой скорости по трём осям выдаются по последовательному интерфейсу RS-422.

Модуль выпускается в четырёх исполнениях — базовом, A, B и C, которые различаются точностью, полосой пропускания и диапазоном измерений. Собственная конструкция корпуса и оригинальный способ герметизации обеспечивают малые габариты и массу при сохранении вибро- и ударопрочности.



Общий вид — END-EX3-6

ОСОБЕННОСТИ

- Полная локализация производства — независимость от импортных комплектующих
- Компенсация всех составляющих погрешности чувствительного элемента
- Малый эффект вибрационного выпрямления — низкая погрешность при вибрации
- Высокая точность, низкий уровень шума, хорошая повторяемость
- Низкое энергопотребление, малая задержка выдачи данных, стойкость к ударам
- Малые габариты и масса, удобство монтажа

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон	**±400 °/s**
Смещение нуля	**5…30 °/h**
Стабильность смещения нуля	**0,4…3 °/h**
Габариты / масса	**44,8 × 38,6 × 13,5 мм / 38 г**

Применение. Инерциальные навигационные системы и курсовые системы; Системы стабилизации и наведения; Платформы и беспилотные аппараты различных классов; Робототехника и промышленная автоматизация; Испытательные и метрологические стенды; Системы контроля углового движения и вибрации.

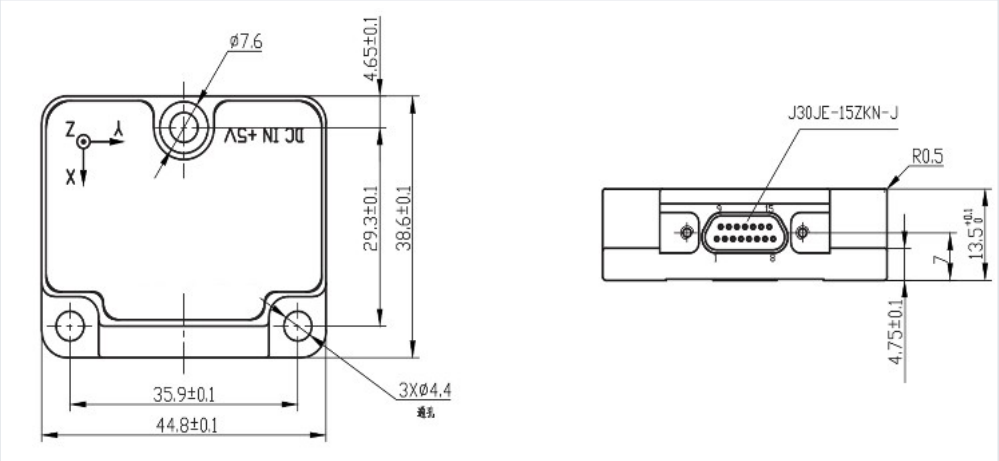
END-EX3-6 Трёхосный MEMS-гиромодуль END-EX3-6

Примечания. Диапазон измерений может быть изменён по требованию заказчика; Исполнения различаются точностью, полосой пропускания и диапазоном измерений: базовое и A — универсальные, B — повышенной точности с полосой 150 Гц, C — с расширенной полосой 400 Гц.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение	Исполнение A	Исполнение B	Исполнение C
Диапазон измерений (по заказу)	°/s	±400	±400	±400	±300
Смещение нуля	°/h	30	20	5	8
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/h	0,3	0,1	0,05	0,2
Стабильность смещения нуля (10 с, 1σ, комн. темп.)	°/h	3	1	0,4	1
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	°/h	15	10	2	5
Угловой случайный уход	°/√h	0,15	0,05	0,02	0,03
Повторяемость смещения нуля	°/h	3	1	0,3	0,5
Чувствительность смещения нуля к ускорению	°/h/g	2	2	2	2
Разрешение	°/s	2	1	0,5	1
Выходной шум (полупиковое значение)	°/s	0,3	0,25	0,15	0,2
Полоса пропускания	Гц	250	250	150	400
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	100	100	100	100
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	100	100	100	100
Перекрёстная связь	%	0,1	0,1	0,1	0,1
Время готовности	с	1	1	1	1
Частота обновления данных	Гц	1000	1000	1000	1000
Напряжение питания	В	5±0,5	5±0,5	5±0,5	5±0,5
Пусковой ток	мА	<400	<400	<400	<400
Потребляемая мощность	Вт	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Пульсации напряжения питания	мВ	100	100	100	100
Рабочая температура	°C	−45…+85	−45…+85	−45…+85	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+105	−55…+105	−55…+105	−55…+105
Масса	г	38±1	38±1	38±1	38±1
Габаритные размеры	мм	44,8 × 38,6 × 13,5	44,8 × 38,6 × 13,5	44,8 × 38,6 × 13,5	44,8 × 38,6 × 13,5
Интерфейс	—	RS-422	RS-422	RS-422	RS-422

ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЁЖ · END-EX3-6



Габаритный чертёж. Присоединительные и установочные размеры — в миллиметрах. Чертёж соответствует исполнению END-EX3-6 серии.

END-EX3-2

Трёхосный MEMS-гиромодуль END-EX3-2

Одно исполнение A, pin-to-pin взаимозаменяем с STIM202

END-EX3-2 — трёхосный MEMS-гиромодуль на отечественных (китайских) MEMS-чувствительных элементах, предназначенный для измерения угловой скорости по трём ортогональным осям носителя в реальном времени. В состав модуля входят чувствительные элементы, схемы возбуждения и съёма сигнала, датчик температуры, цифровой сигнальный процессор, корпусные детали и программное обеспечение.

Обработка сигналов выполняется цифровым процессором: встроенные алгоритмы компенсируют температурную зависимость во всём рабочем диапазоне, погрешности установки (перекос осей) и нелинейность масштабного коэффициента. Это обеспечивает стабильность характеристик в статике, при динамическом движении и в жёстких условиях эксплуатации. Скорректированные значения угловой скорости по трём осям выдаются по последовательному интерфейсу RS-422.

Модуль конструктивно и электрически совместим с серией STIM202 (pin-to-pin), что позволяет заменять её без переработки посадочного места и протокола обмена. Собственная конструкция корпуса и способ герметизации обеспечивают малые габариты и массу при сохранении вибро- и ударопрочности.



Общий вид — END-EX3-2

ОСОБЕННОСТИ

- Полная локализация производства — независимость от импортных комплектующих
- Малый эффект вибрационного выпрямления — низкая погрешность при вибрации
- Высокая точность, низкий уровень шума, хорошая повторяемость
- Низкое энергопотребление, малая задержка выдачи данных, стойкость к ударам
- Компенсация всех составляющих погрешности чувствительного элемента
- Малые габариты и масса, удобство монтажа
- Pin-to-pin взаимозаменяемость с серией STIM202

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон	**±400 °/s**
Смещение нуля	**30 °/h**
Стабильность смещения нуля	**3 °/h**
Габариты / масса	**44,8 × 38,6 × 20 мм / 52 г**

Применение. Инерциальные навигационные системы и курсовые системы; Системы стабилизации и наведения; Платформы и беспилотные аппараты различных классов; Робототехника и промышленная автоматизация; Испытательные и метрологические стенды; Замена модулей серии STIM202 в существующих системах.

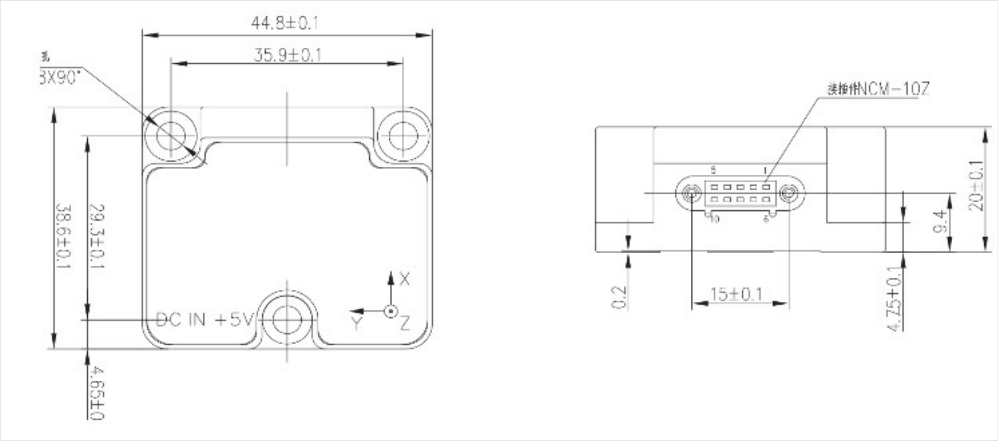
END-EX3-2 Трёхосный MEMS-гиромодуль END-EX3-2

Примечания. Диапазон измерений может быть изменён по требованию заказчика; Модуль является взаимозаменяемым (pin-to-pin) аналогом серии STIM202.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Исполнение A
Диапазон измерений (по заказу)	°/s	±400
Смещение нуля	°/h	30
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/h	0,3
Стабильность смещения нуля (10 с, 1σ, комн. темп.)	°/h	3
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур (10 с)	°/h	15
Угловой случайный уход	°/√h	0,15
Повторяемость смещения нуля	°/h	3
Чувствительность смещения нуля к ускорению	°/h/g	2
Разрешение	°/h	2
Выходной шум (полупиковое значение)	°/s	0,3
Полоса пропускания	Гц	250
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	100
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	100
Перекрёстная связь	%	0,1
Время готовности	с	1
Частота обновления данных	Гц	2000
Напряжение питания	В	5±0,5
Пусковой ток	мА	<400
Потребляемая мощность	Вт	<1,4
Пульсации напряжения питания	мВ	100
Рабочая температура	°C	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+105
Масса	г	52±5
Габаритные размеры	мм	44,8 × 38,6 × 20
Интерфейс	—	RS-422

ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЁЖ · END-EX3-2



Габаритный чертёж. Присоединительные и установочные размеры — в миллиметрах. Чертёж соответствует исполнению END-EX3-2 серии.

END-EX3-1

Трёхосный MEMS-гиромодуль END-EX3-1

Четыре исполнения (базовое, A, B, C), pin-to-pin взаимозаменяем с STIM210

END-EX3-1 — трёхосный MEMS-гиромодуль на отечественных (китайских) MEMS-чувствительных элементах, предназначенный для измерения угловой скорости по трём ортогональным осям носителя в реальном времени. В состав модуля входят чувствительные элементы, схемы возбуждения и съёма сигнала, датчик температуры, цифровой сигнальный процессор, корпусные детали и программное обеспечение.

Цифровая обработка сигналов включает алгоритмы компенсации температурной зависимости во всём рабочем диапазоне, погрешностей установки (перекоса осей) и нелинейности масштабного коэффициента. Это обеспечивает стабильность характеристик в статике, при динамическом движении и в жёстких условиях эксплуатации. Скорректированные значения угловой скорости по трём осям выдаются по последовательному интерфейсу RS-422.

Модуль конструктивно и электрически совместим с серией STIM210 (pin-to-pin), что позволяет заменять её без переработки посадочного места и протокола обмена. Серия включает четыре исполнения — базовое, A, B и C, которые различаются точностью, полосой пропускания и диапазоном измерений; малое исполнение C с диапазоном ±100 °/s и полосой 12 Гц ориентировано на задачи высокой точности.



Общий вид — END-EX3-1

ОСОБЕННОСТИ

- Полная локализация производства — независимость от импортных комплектующих
- Малый эффект вибрационного выпрямления — низкая погрешность при вибрации
- Высокая точность, низкий уровень шума, хорошая повторяемость
- Низкое энергопотребление, малая задержка выдачи данных, стойкость к ударам
- Компенсация всех составляющих погрешности чувствительного элемента
- Малые габариты и масса, удобство монтажа
- Pin-to-pin взаимозаменяемость с серией STIM210

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон	**±100…±400 °/s**
Смещение нуля	**3…30 °/h**
Стабильность смещения нуля	**0,2…3 °/h**
Габариты / масса	**44,8 × 38,6 × 20 мм / 52 г**

Применение. Инерциальные навигационные системы и курсовые системы; Системы стабилизации и наведения; Платформы и беспилотные аппараты различных классов; Робототехника и промышленная автоматизация; Испытательные и метрологические стенды; Замена модулей серии STIM210 в существующих системах.

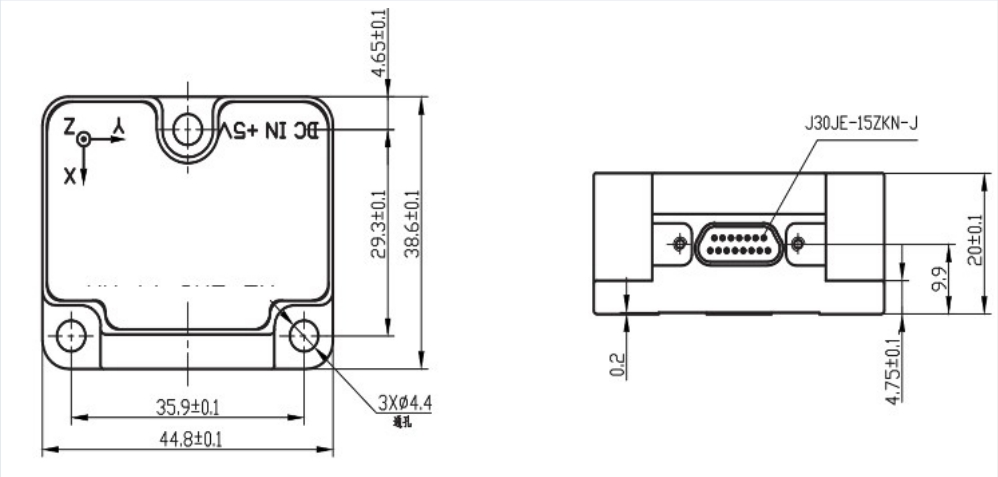
END-EX3-1 Трёхосный MEMS-гиромодуль END-EX3-1

Примечания. Диапазон измерений может быть изменён по требованию заказчика; Модуль является взаимозаменяемым (pin-to-pin) аналогом серии STIM210; Исполнение C отличают наименьшее смещение нуля (3 °/h), уменьшенный диапазон ±100 °/s и полоса пропускания 12 Гц.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение	Исполнение A	Исполнение B	Исполнение C
Диапазон измерений (по заказу)	°/s	±400	±400	±400	±100
Смещение нуля	°/h	30	20	5	3
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/h	0,3	0,1	0,05	0,05
Стабильность смещения нуля (10 с, 1σ, комн. темп.)	°/h	3	1	0,4	0,2
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур (10 с)	°/h	15	10	2	1,5
Угловой случайный уход	°/√h	0,15	0,05	0,02	0,01
Повторяемость смещения нуля	°/h	3	1	0,3	0,2
Чувствительность смещения нуля к ускорению	°/h/g	2	2	2	1
Разрешение	°/h	2	1	0,5	1,8
Выходной шум (полупиковое значение)	°/s	0,4	0,25	0,15	0,005
Полоса пропускания	Гц	250	250	150	12
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	100	100	100	100
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	100	100	100	100
Перекрёстная связь	%	0,1	0,1	0,1	0,1
Время готовности	с	1	1	1	1
Частота обновления данных	Гц	1000	1000	1000	1000
Напряжение питания	В	+5±0,25	+5±0,25	+5±0,25	+5±0,25
Пусковой ток	мА	<400	<400	<400	<400
Потребляемая мощность	Вт	<1,4	<1,4	<1,4	<1,4
Пульсации напряжения питания	мВ	100	100	100	100
Рабочая температура	°C	−45…+85	−45…+85	−45…+85	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+105	−55…+105	−55…+105	−55…+105
Масса	г	52±5	52±5	52±5	52±5
Габаритные размеры	мм	44,8 × 38,6 × 20	44,8 × 38,6 × 20	44,8 × 38,6 × 20	44,8 × 38,6 × 20
Интерфейс	—	RS-422	RS-422	RS-422	RS-422

ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЁЖ · END-EX3-1



Габаритный чертёж. Присоединительные и установочные размеры — в миллиметрах. Чертёж соответствует исполнению END-EX3-1 серии.

END-EX3-7

Трёхосный MEMS-гиромодуль END-EX3-7

Базовое исполнение, диапазон ±500 °/s, частота обновления 2000 Гц

END-EX3-7 — трёхосный гиромодуль на MEMS-чувствительных элементах, предназначенный для измерения угловой скорости по трём ортогональным осям носителя. В состав модуля входят MEMS-гироскопы, схемы возбуждения и съёма сигнала, датчик температуры, цифровой сигнальный процессор и программное обеспечение.

Конструкция выполнена по принципу миниатюрного вибро- и ударопрочного корпуса с гибкими связями между платами, что снижает механические напряжения и повышает устойчивость к внешним воздействиям. Программное обеспечение реализует компенсацию температурной зависимости, погрешностей установки (перекоса осей) и нелинейности масштабного коэффициента, поэтому характеристики сохраняются в статике, при динамическом движении и в сложных условиях эксплуатации.

Модуль характеризуется расширенным диапазоном измерений ±500 °/s, высокой частотой обновления данных 2000 Гц и низким энергопотреблением. Скорректированные значения угловой скорости по трём осям выдаются по последовательному интерфейсу RS-422.



Общий вид — END-EX3-7

ОСОБЕННОСТИ

- Компенсация всех составляющих погрешности чувствительного элемента
- Малые габариты, небольшая масса и низкое энергопотребление
- Малый эффект вибрационного выпрямления — низкая погрешность при вибрации
- Миниатюрная вибро- и ударопрочная конструкция с гибкими связями
- Расширенный диапазон измерений ±500 °/s
- Высокая частота обновления данных — до 2000 Гц

Применение. Инерциальные навигационные системы и курсовые системы; Системы стабилизации и наведения; Беспилотные аппараты и малогабаритные платформы; Робототехника и промышленная автоматизация; Испытательные и метрологические стенды; Системы контроля углового движения с высоким темпом выдачи данных.

Примечания. Смещение нуля нормируется по абсолютному значению; Питание модуля — однополярное, +5 В постоянного тока.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение
Диапазон измерений	°/s	±500
Смещение нуля (абсолютное значение)	°/h	180
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/h	5
Стабильность смещения нуля (10 с, 1σ, комн. темп.)	°/h	10
Повторяемость смещения нуля	°/h	20
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур (10 с)	°/h	72
Чувствительность смещения нуля к ускорению	°/h/g	5
Шум смещения нуля (полупиковое значение)	°/s	0,4
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	100
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	100
Угловой случайный уход	°/√h	0,5
Разрешение	°/s	0,01
Перекрёстная связь	%	0,2
Полоса пропускания	Гц	125
Время готовности	с	1
Частота обновления данных	Гц	2000
Напряжение питания (постоянный ток)	В	+5±0,25
Рабочий ток	мА	100
Потребляемая мощность	Вт	≤0,5
Рабочая температура	°C	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+105
Масса	г	10
Габаритные размеры	мм	22 × 20 × 9
Интерфейс	—	RS-422

END-EX3-8

Трёхосный MEMS-гиромодуль END-EX3-8

Одно исполнение, диапазон ±2000 °/s, ударопрочность до 16000 g

END-EX3-8 — трёхосный гиромодуль на MEMS-чувствительных элементах, предназначенный для измерения угловой скорости по трём ортогональным осям носителя. В состав модуля входят MEMS-гироскопы, схемы возбуждения и съёма сигнала, датчик температуры, цифровой сигнальный процессор и программное обеспечение.

Конструкция выполнена по принципу миниатюрного вибро- и ударопрочного корпуса с гибкими связями между платами, что снижает механические напряжения и позволяет сохранять работоспособность при больших ударах и перегрузках. Программное обеспечение реализует компенсацию температурной зависимости, погрешностей установки (перекоса осей) и нелинейности масштабного коэффициента, поэтому характеристики остаются стабильными в статике, при динамическом движении и в жёстких условиях эксплуатации.

Модуль рассчитан на диапазон измерений ±2000 °/s, выдерживает ударную нагрузку до 16000 g длительностью 2 мс и имеет наработку на отказ 20000 ч. Скорректированные значения угловой скорости по трём осям выдаются по последовательному интерфейсу RS-422.



Общий вид — END-EX3-8

ОСОБЕННОСТИ

- Компенсация всех составляющих погрешности чувствительного элемента
- Малые габариты, небольшая масса и низкое энергопотребление
- Малый эффект вибрационного выпрямления — низкая погрешность при вибрации
- Стойкость к большим ударам и высоким перегрузкам
- Низкая стоимость при высоком соотношении цена/качество
- Расширенный диапазон измерений ±2000 °/s

Применение. Инерциальные навигационные системы и курсовые системы; Системы стабилизации и наведения; Беспилотные аппараты и малогабаритные платформы; Артиллерийские и реактивные системы, изделия с высокими перегрузками; Робототехника и промышленная автоматизация; Испытательные стенды и системы контроля углового движения.

Примечания. Стабильность смещения нуля нормируется при осреднении 1 с, 1σ, при комнатной температуре; Наработка на отказ (MTBF) — 20000 ч.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	END-EX3-8
Диапазон измерений	°/s	±2000
Стабильность смещения нуля (1 с, 1σ, комн. темп.)	°/h	30
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	°/h	72
Угловой случайный уход	°/√h	0,26
Повторяемость смещения нуля	°/h	20
Чувствительность смещения нуля к ускорению	°/h/g	10
Разрешение	°/s	0,02
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	200
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	100
Перекрёстная связь	%	0,1
Полоса пропускания	Гц	250
Напряжение питания	В	5±0,5
Потребляемая мощность	Вт	≤0,5
Пульсации напряжения питания	мВ	100
Рабочая температура	°C	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+105
Вибрация	—	10…2000 Гц, 6,06 g
Ударная нагрузка	—	16000 g, 2 мс
Наработка на отказ (MTBF)	ч	20000
Масса	г	10
Габаритные размеры	мм	22 × 20 × 10,2
Интерфейс	—	RS-422

END-EX3-26

Трёхосный MEMS-гиромодуль END-EX3-26

Исполнение F, полностью локализованное производство, для космического применения

END-EX3-26 — трёхосный гиромодуль на полностью локализованных MEMS-чувствительных элементах, предназначенный для измерения угловой скорости по трём ортогональным осям носителя в реальном времени. В состав модуля входят MEMS-гироскопы, схемы возбуждения и съёма сигнала, датчик температуры, цифровой сигнальный процессор, корпусные детали и программное обеспечение.

Собственная конструкция корпуса и оригинальный способ герметизации сочетаются с цифровой обработкой сигналов: встроенные алгоритмы компенсируют температурную зависимость во всём рабочем диапазоне, погрешности установки (перекоса осей) и нелинейность масштабного коэффициента. Это обеспечивает стабильность характеристик в статике, при динамическом движении и в жёстких условиях эксплуатации. Скорректированные значения угловой скорости по трём осям выдаются по последовательному интерфейсу RS-422.

Модуль отличается высокой стабильностью смещения нуля (0,2 °/h) при узком диапазоне измерений ±10 °/s и полосе пропускания 12 Гц, а также высокой воспроизводимостью характеристик от партии к партии. Исполнение пригодно для применения на борту космических аппаратов и имеет опыт серийной поставки для спутников.



Общий вид — END-EX3-26

ОСОБЕННОСТИ

- Полная локализация производства — независимость от импортных комплектующих
- Малый эффект вибрационного выпрямления — низкая погрешность при вибрации
- Высокая точность, низкий уровень шума, хорошая повторяемость
- Низкое энергопотребление, малая задержка выдачи данных, стойкость к ударам
- Компенсация всех составляющих погрешности чувствительного элемента
- Высокая воспроизводимость характеристик при серийном производстве
- Пригодность к работе в условиях космического пространства, опыт серийных поставок для спутников

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон	**±10 °/s**
Смещение нуля	**3 °/h**
Стабильность смещения нуля	**0,2 °/h**
Габариты / масса	**46 × 45 × 25 мм / 65 г**

Применение. Инерциальные навигационные системы и курсовые системы; Системы ориентации и стабилизации космических аппаратов; Системы стабилизации и наведения; Беспилотные аппараты и малогабаритные платформы; Робототехника и промышленная автоматизация; Испытательные и метрологические стенды.

END-EX3-26 Трёхосный MEMS-гиромодуль END-EX3-26

Примечания. Диапазон измерений может быть изменён по требованию заказчика; В источнике единица потребляемой мощности указана как Вт (300 Вт); с учётом пускового тока 1000 мА и питания 5,2…5,7 В значение следует читать как 300 мВт; Рабочая температура исполнения — от −20 до +50 °C, что связано с космическим применением.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Исполнение F
Диапазон измерений (по заказу)	°/s	±10
Смещение нуля	°/h	3
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/h	0,05
Стабильность смещения нуля (10 с, 1σ, комн. темп.)	°/h	0,2
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	°/h	1,5
Угловой случайный уход	°/√h	0,01
Повторяемость смещения нуля	°/h	0,2
Чувствительность смещения нуля к ускорению	°/h/g	1
Разрешение	°/s	0,0005
Выходной шум (полупиковое значение)	°/s	0,005
Полоса пропускания	Гц	12
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	200
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	200
Перекрёстная связь	%	0,1
Время готовности	с	1
Частота обновления данных	Гц	100
Напряжение питания	В	5,2…5,7
Пусковой ток	мА	1000
Потребляемая мощность	мВт	300
Пульсации напряжения питания	мВ	150
Рабочая температура	°C	−20…+50
Температура хранения	°C	−55…+85
Масса	г	65±5
Габаритные размеры	мм	46 × 45 × 25
Интерфейс	—	RS-422

END-EX3-27

Трёхосный MEMS-гиромодуль END-EX3-27

Базовое исполнение, диапазон ±400 °/s, интерфейс RS-422

END-EX3-27 — трёхосный MEMS-гиромодуль для непрерывного измерения угловых скоростей по трём осям подвижного объекта. В состав модуля входят MEMS-чувствительные элементы с цепями возбуждения и съёма сигнала, датчик температуры, цифровой сигнальный процессор, несущая конструкция и встроенное программное обеспечение.

Вся обработка выполняется внутри модуля. Программное обеспечение компенсирует температурную зависимость параметров, перекос установки измерительных осей и нелинейность масштабного коэффициента, после чего по интерфейсу RS-422 выдаются три массива данных об угловой скорости — по одному на каждую ось.

Собственная конструкция и собственная технология корпусирования обеспечивают стабильность характеристик в статике, при динамических нагрузках и в жёстких условиях эксплуатации. Малые масса и габариты (20 г, 22 × 20 × 9 мм), частота обновления данных 4000 Гц и потребляемая мощность не более 1 Вт позволяют применять модуль в малогабаритных инерциальных системах.



Общий вид — END-EX3-27

ОСОБЕННОСТИ

- Низкая ошибка вибрационного выпрямления
- Высокая точность, низкий уровень шума, хорошая повторяемость от образца к образцу
- Низкое энергопотребление, малая задержка выдачи данных, стойкость к ударам
- Компенсация всех значимых погрешностей чувствительного элемента
- Малые габариты и масса

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон	**±400 °/s**
Смещение нуля	**30 °/h**
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	**0,3 °/h**
Частота обновления данных	**4000 Гц**
Габариты / масса	**22 × 20 × 9 мм / 20 г**

Применение. Инерциальные измерительные модули (IMU) и интегрированные навигационные системы; Курсовые системы (AHRS) и гирокомпасы; Системы стабилизации и наведения оптических и антенных платформ; Навигация и управление беспилотными платформами; Робототехника и промышленная автоматизация.

END-EX3-27 Трёхосный MEMS-гиромодуль END-EX3-27

Примечания. Диапазон измерений может быть изменён по требованию заказчика; Характеристики приведены для базового исполнения.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	END-EX3-27
Диапазон измерений (по заказу)	°/s	±400
Смещение нуля	°/h	30
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/h	0,3
Стабильность смещения нуля (10 с сглаживание, 1σ, комнатная температура)	°/h	3
Повторяемость смещения нуля	°/h	3
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	°/h	15
Угловой случайный уход	°/√h	0,15
Чувствительность смещения нуля к ускорению	°/h/g	2
Разрешение	°/h	2
Выходной шум (полупиковое значение)	°/s	0,3
Полоса пропускания	Гц	250
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	100
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	100
Перекрёстная связь	%	0,1
Время готовности	с	1
Частота обновления данных	Гц	4000
Напряжение питания	В	+5 ± 0,2
Пусковой ток	мА	400
Потребляемая мощность	Вт	≤ 1
Пульсации напряжения питания	мВ	200
Рабочая температура	°C	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+105
Масса	г	20
Габаритные размеры	мм	22 × 20 × 9
Интерфейс	—	RS-422

END-EX2-1

Двухосный MEMS-гиромодуль END-EX2-1

Четыре исполнения, диапазон ±400 °/s, интерфейс RS-422

END-EX2-1 — двухосный MEMS-гиромодуль, измеряющий угловые скорости относительно двух горизонтальных осей объекта. Модуль построен на MEMS-чувствительных элементах с цепями возбуждения и съёма сигнала, дополненных датчиком температуры, цифровым сигнальным процессором, несущей конструкцией и встроенным программным обеспечением.

Алгоритмы, заложенные в программное обеспечение, компенсируют температурный дрейф, перекос установки измерительных осей и нелинейность масштабного коэффициента. Потребитель получает по интерфейсу RS-422 уже скорректированные значения угловой скорости по двум горизонтальным осям.

Серия выпускается в четырёх исполнениях — базовом, A, B и C, которые различаются точностными параметрами и полосой пропускания при общей конструкции и общем интерфейсе. Масса модуля составляет 50 г, габариты — 21,5 × 21,5 × 30 мм, частота обновления данных — 2000 Гц.



Общий вид — END-EX2-1

ОСОБЕННОСТИ

- Полностью локализованное производство: собственная элементная база и программное обеспечение, независимость от импортных поставок
- Низкая ошибка вибрационного выпрямления
- Высокая точность, низкий уровень шума, хорошая повторяемость от образца к образцу
- Низкое энергопотребление, малая задержка выдачи данных, стойкость к ударам
- Компенсация всех значимых погрешностей чувствительного элемента
- Малые габариты и масса, удобство монтажа

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон	**±400 °/s (±300 °/s — исполнение C)**
Смещение нуля	**5…15 °/h**
Стабильность смещения нуля	**0,4…3 °/h**
Частота обновления данных	**2000 Гц**
Габариты / масса	**21,5 × 21,5 × 30 мм / 50 г**

Применение. Инерциальные измерительные модули (IMU) и интегрированные навигационные системы; Курсовые системы (AHRS) и гирокомпасы; Системы стабилизации и наведения платформ; Навигация и управление наземными и воздушными беспилотными платформами; Робототехника и промышленная автоматизация.

END-EX2-1 Двухосный MEMS-гиромодуль END-EX2-1

Примечания. Исполнения A, B и C отличаются точностными параметрами и полосой пропускания; диапазон измерений исполнения C — ±300 °/s.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	END-EX2-1	END-EX2-1A	END-EX2-1B	END-EX2-1C
Диапазон измерений	°/s	±400	±400	±400	±300
Смещение нуля	°/h	15	10	5	8
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/h	0,3	0,1	0,05	0,2
Стабильность смещения нуля (10 с сглаживание, 1σ, комнатная температура)	°/h	3	1	0,4	1
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	°/h	3	1	0,3	0,5
Повторяемость смещения нуля	°/h	20	10	2	5
Угловой случайный уход	°/√h	0,15	0,05	0,02	0,03
Чувствительность смещения нуля к ускорению	°/h/g	2	2	2	2
Разрешение	°/h	2	1	0,5	1
Выходной шум (полупиковое значение)	°/s	0,3	0,25	0,15	0,2
Полоса пропускания	Гц	250	250	150	400
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	100	100	100	100
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	100	100	100	100
Перекрёстная связь	%	0,1	0,1	0,1	0,1
Время готовности	с	< 1	< 1	< 1	< 1
Частота обновления данных	Гц	2000	2000	2000	2000
Напряжение питания	В	+5 ± 0,25	+5 ± 0,25	+5 ± 0,25	+5 ± 0,25
Пусковой ток	мА	< 200	< 200	< 200	< 200
Потребляемая мощность	Вт	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Пульсации напряжения питания	мВ	100	100	100	100
Рабочая температура	°C	−45…+85	−45…+85	−45…+85	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+105	−55…+105	−55…+105	−55…+105
Масса	г	50	50	50	50
Габаритные размеры	мм	21,5 × 21,5 × 30	21,5 × 21,5 × 30	21,5 × 21,5 × 30	21,5 × 21,5 × 30
Интерфейс	—	RS-422	RS-422	RS-422	RS-422

END-EX2-5

Двухосный MEMS-гиромодуль END-EX2-5

Четыре исполнения, диапазон ±400 °/s, частота обновления 1000 Гц

END-EX2-5 — двухосный MEMS-гиромодуль для измерения угловых скоростей относительно двух горизонтальных осей объекта. Конструктивно он объединяет MEMS-чувствительные элементы с цепями возбуждения и съёма сигнала, датчик температуры, цифровую обработку сигналов, несущую конструкцию и встроенное программное обеспечение.

Встроенное программное обеспечение выполняет полную компенсацию погрешностей чувствительного элемента, включая температурную зависимость и нелинейность масштабного коэффициента, и выдаёт по интерфейсу RS-422 измеренные угловые скорости двух горизонтальных осей.

Серия предлагается в четырёх исполнениях — базовом, A, B и C — с разными точностными параметрами и полосой пропускания. Модуль отличают малые габариты (22,4 × 22,4 × 14 мм), масса не более 20 г и низкое энергопотребление.



Общий вид — END-EX2-5

ОСОБЕННОСТИ

- Полностью локализованное производство: собственная элементная база и программное обеспечение, независимость от импортных поставок
- Низкая ошибка вибрационного выпрямления
- Высокая точность, низкий уровень шума, хорошая повторяемость от образца к образцу
- Низкое энергопотребление, малая задержка выдачи данных, стойкость к ударам
- Компенсация всех значимых погрешностей чувствительного элемента
- Малые габариты и масса, удобство монтажа

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон	**±400 °/s (±300 °/s — исполнение C)**
Смещение нуля	**5…15 °/h**
Стабильность смещения нуля	**0,4…3 °/h**
Частота обновления данных	**1000 Гц**
Габариты / масса	**22,4 × 22,4 × 14 мм / ≤ 20 г**

Применение. Инерциальные измерительные модули (IMU) и интегрированные навигационные системы; Курсовые системы (AHRS) и гирокомпасы; Системы стабилизации и наведения платформ; Навигация и управление наземными и воздушными беспилотными платформами; Робототехника и промышленная автоматизация.

END-EX2-5 Двухосный MEMS-гиромодуль END-EX2-5

Примечания. Исполнения A, B и C отличаются точностными параметрами и полосой пропускания; диапазон измерений исполнения C — ±300 °/s.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	END-EX2-5	END-EX2-5A	END-EX2-5B	END-EX2-5C
Диапазон измерений	°/s	±400	±400	±400	±300
Смещение нуля	°/h	15	10	5	8
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/h	0,3	0,1	0,05	0,2
Стабильность смещения нуля (10 с сглаживание, 1σ, комнатная температура)	°/h	3	1	0,4	1
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур (10 с сглаживание)	°/h	20	10	2	5
Угловой случайный уход	°/√h	0,15	0,05	0,02	0,03
Повторяемость смещения нуля	°/h	3	1	0,3	0,5
Чувствительность смещения нуля к ускорению	°/h/g	2	2	2	2
Разрешение	°/h	2	1	0,5	1
Выходной шум (полупиковое значение)	°/s	0,4	0,25	0,15	0,2
Полоса пропускания	Гц	250	250	150	400
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	100	100	100	100
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	100	100	100	100
Перекрёстная связь	%	0,1	0,1	0,1	0,1
Время готовности	с	< 1	< 1	< 1	< 1
Частота обновления данных	Гц	1000	1000	1000	1000
Напряжение питания	В	5 ± 0,25	5 ± 0,25	5 ± 0,25	5 ± 0,25
Пусковой ток	мА	200	200	200	200
Потребляемая мощность	Вт	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Пульсации напряжения питания	мВ	100	100	100	100
Рабочая температура	°C	−45…+85	−45…+85	−45…+85	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+105	−55…+105	−55…+105	−55…+105
Масса	г	≤ 20	≤ 20	≤ 20	≤ 20
Габаритные размеры	мм	22,4 × 22,4 × 14	22,4 × 22,4 × 14	22,4 × 22,4 × 14	22,4 × 22,4 × 14
Интерфейс	—	RS-422	RS-422	RS-422	RS-422

END-EX1-5

Одноосный MEMS-гиромодуль END-EX1-5

Четыре исполнения, диапазон ±300 °/s, интерфейс SPI

END-EX1-5 — одноосный MEMS-гиромодуль для измерения угловой скорости подвижного объекта. В состав модуля входят MEMS-чувствительный элемент с цепями возбуждения и съёма сигнала, датчик температуры, цифровой сигнальный процессор, несущая конструкция и встроенное программное обеспечение.

Обработка сигнала полностью цифровая: программное обеспечение компенсирует температурную зависимость параметров, перекос установки измерительной оси и нелинейность масштабного коэффициента. Скорректированные данные об угловой скорости выдаются потребителю по интерфейсу SPI.

Серия выпускается в четырёх исполнениях — END-EX1-5, END-EX1-5A, END-EX1-5B и END-EX1-5C, различающихся смещением нуля, стабильностью и полосой пропускания. Диапазон измерений у всех исполнений одинаков — ±300 °/s; масса модуля составляет 15 г, габариты — 20 × 22 × 10,2 мм.



Общий вид — END-EX1-5

ОСОБЕННОСТИ

- Полностью локализованное производство: собственная элементная база и программное обеспечение, независимость от импортных поставок
- Низкая ошибка вибрационного выпрямления
- Высокая точность, низкий уровень шума, хорошая повторяемость от образца к образцу
- Низкое энергопотребление, малая задержка выдачи данных, стойкость к ударам
- Компенсация всех значимых погрешностей чувствительного элемента
- Малые габариты и масса, удобство монтажа

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон	**±300 °/s**
Смещение нуля	**0,01…0,05 °/s**
Стабильность смещения нуля	**0,5…10 °/h**
Интерфейс	**SPI**
Габариты / масса	**20 × 22 × 10,2 мм / 15 г**

Применение. Инерциальные измерительные модули (IMU) и интегрированные навигационные системы; Курсовые системы (AHRS) и гирокомпасы; Системы стабилизации и наведения платформ; Навигация и управление беспилотными платформами; Робототехника и промышленная автоматизация; Испытательные стенды и поворотные столы.

END-EX1-5 Одноосный MEMS-гиромодуль END-EX1-5

Примечания. Смещение нуля и погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур приведены в °/s — так, как в источнике; Исполнения A, B и C отличаются смещением нуля, стабильностью и полосой пропускания; диапазон измерений у всех исполнений одинаков — ±300 °/s.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	END-EX1-5	END-EX1-5A	END-EX1-5B	END-EX1-5C
Диапазон измерений	°/s	±300	±300	±300	±300
Смещение нуля	°/s	0,02	0,01	0,05	0,03
Стабильность смещения нуля (1 с сглаживание, 1σ, комнатная температура)	°/h	10	5	3	0,5
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	°/s	0,02	0,01	0,005	0,002
Угловой случайный уход	°/√h	0,2	0,1	0,1	0,1
Повторяемость смещения нуля	°/h	10	5	3	0,5
Чувствительность смещения нуля к ускорению	°/h/g	1	1	1	1
Разрешение	°/s	0,002	0,002	0,002	0,002
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	200	100	100	100
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	200	100	100	100
Перекрёстная связь	%	0,1	0,1	0,1	0,1
Полоса пропускания	Гц	250	250	250	250
Время готовности	с	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Частота дискретизации	Гц	2000	2000	2000	2000
Шум смещения нуля (размах, p-p)	°/s	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,3
Напряжение питания	В	5 ± 0,5	5 ± 0,5	5 ± 0,5	5 ± 0,5
Потребляемая мощность	Вт	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5
Рабочая температура	°C	−45…+85	−45…+85	−45…+85	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+105	−55…+105	−55…+105	−55…+105
Вибрация	—	10…2000 Гц, 6,06 g	10…2000 Гц, 6,06 g	10…2000 Гц, 6,06 g	10…2000 Гц, 6,06 g
Ударная нагрузка	—	70 g, 6 мс	70 g, 6 мс	70 g, 6 мс	70 g, 6 мс
Наработка на отказ (MTBF)	ч	20000	20000	20000	20000
Масса	г	15	15	15	15
Габаритные размеры	мм	20 × 22 × 10,2	20 × 22 × 10,2	20 × 22 × 10,2	20 × 22 × 10,2
Интерфейс	—	SPI	SPI	SPI	SPI

END-EX1-2

Одноосный MEMS-гиромодуль END-EX1-2

Четыре исполнения, диапазон ±400 °/s, высокоскоростной RS-422

END-EX1-2 — одноосный MEMS-гиромодуль для измерения угловой скорости подвижного объекта. Модуль построен на собственных MEMS-чувствительных элементах с цепями возбуждения и съёма сигнала; в его состав также входят датчик температуры, цифровой сигнальный процессор, несущая конструкция и встроенное программное обеспечение.

Программное обеспечение компенсирует температурный дрейф, перекос установки измерительной оси и нелинейность масштабного коэффициента. Скорректированные данные об угловой скорости выдаются по высокоскоростному последовательному интерфейсу RS-422.

Серия включает четыре исполнения — END-EX1-2, END-EX1-2A, END-EX1-2B и END-EX1-2C, которые различаются точностью и полосой пропускания. Диапазон измерений составляет до ±400 °/s, масса — менее 15 г, габариты — 22 × 20 × 10,2 мм; пусковой ток не превышает 120 мА, потребляемая мощность — менее 0,4 Вт.



Общий вид — END-EX1-2

ОСОБЕННОСТИ

- Полностью локализованное производство: собственная элементная база и программное обеспечение, независимость от импортных поставок
- Низкая ошибка вибрационного выпрямления
- Высокая точность, низкий уровень шума, хорошая повторяемость от образца к образцу
- Низкое энергопотребление, малая задержка выдачи данных, стойкость к ударам
- Компенсация всех значимых погрешностей чувствительного элемента
- Малые габариты и масса, удобство монтажа

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон	**±400 °/s (±300 °/s — исполнение C)**
Смещение нуля	**5…15 °/h**
Стабильность смещения нуля	**0,4…3 °/h**
Частота обновления данных	**2000 Гц**
Габариты / масса	**22 × 20 × 10,2 мм / < 15 г**

Применение. Инерциальные измерительные модули (IMU) и интегрированные навигационные системы; Курсовые системы (AHRS) и гирокомпасы; Системы стабилизации и наведения платформ; Навигация и управление беспилотными платформами; Робототехника и промышленная автоматизация; Испытательные стенды и поворотные столы.

END-EX1-2 Одноосный MEMS-гиромодуль END-EX1-2

Примечания. Параметры в таблице приведены как типичные значения; Исполнения A, B и C отличаются точностью и полосой пропускания; диапазон измерений исполнения C — ±300 °/s.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	END-EX1-2	END-EX1-2A	END-EX1-2B	END-EX1-2C
Диапазон измерений	°/s	±400	±400	±400	±300
Смещение нуля	°/h	15	10	5	8
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/h	0,3	0,1	0,05	0,2
Стабильность смещения нуля (10 с сглаживание, 1σ, во всём диапазоне температур)	°/h	3	1	0,4	1
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	°/h	20	10	2	5
Угловой случайный уход	°/√h	0,15	0,05	0,02	0,03
Повторяемость смещения нуля	°/h	3	1	0,3	0,5
Чувствительность смещения нуля к ускорению	°/h/g	2	2	2	2
Разрешение	°/h	2	1	0,5	1
Выходной шум (полупиковое значение)	°/s	0,3	0,25	0,15	0,2
Полоса пропускания	Гц	250	250	150	400
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	100	100	100	100
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	100	100	100	100
Перекрёстная связь	%	0,1	0,1	0,1	0,1
Время готовности	с	< 1	< 1	< 1	< 1
Частота обновления данных	Гц	2000	2000	2000	2000
Напряжение питания	В	+5 ± 0,25	+5 ± 0,25	+5 ± 0,25	+5 ± 0,25
Пусковой ток	мА	< 120	< 120	< 120	< 120
Потребляемая мощность	Вт	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
Пульсации напряжения питания	мВ	100	100	100	100
Рабочая температура	°C	−45…+85	−45…+85	−45…+85	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+105	−55…+105	−55…+105	−55…+105
Масса	г	< 15	< 15	< 15	< 15
Габаритные размеры	мм	22 × 20 × 10,2	22 × 20 × 10,2	22 × 20 × 10,2	22 × 20 × 10,2
Интерфейс	—	RS-422	RS-422	RS-422	RS-422

END-G3010

Трёхосный MEMS-гиромодуль END-G3010

Три исполнения (A, C, E), pin-to-pin аналог STIM210

END-G3010 — трёхосный MEMS-гиромодуль, предназначенный для измерения угловой скорости по трём взаимно ортогональным осям носителя. В состав модуля входят MEMS-гироскопические чувствительные элементы, датчик температуры, схемы цифровой обработки сигналов, корпусные детали и встроенное программное обеспечение.

В конструкции применена технология гибкой межплатной коммутации. Программное обеспечение реализует компенсацию температурной зависимости во всём рабочем диапазоне, компенсацию погрешностей установки (перекоса измерительных осей) и компенсацию нелинейности. За счёт этого модуль сохраняет стабильные характеристики в статике, при динамическом движении и в жёстких условиях эксплуатации.

Скорректированные — прошедшие компенсацию погрешностей — значения угловой скорости выдаются пользователю по высокоскоростному последовательному интерфейсу RS-422. Модуль выпускается в трёх исполнениях (A, C, E), которые различаются диапазоном измерений, точностью и полосой пропускания, и совместим по посадочным размерам и разъёму (pin-to-pin) с изделиями серии STIM210.



Общий вид — END-G3010

ОСОБЕННОСТИ

- Измерение угловой скорости по трём взаимно ортогональным осям в одном малогабаритном модуле
- Встроенная компенсация температурной зависимости во всём рабочем диапазоне
- Компенсация погрешностей установки — перекоса измерительных осей
- Компенсация нелинейности характеристик чувствительных элементов
- Высокоскоростной последовательный интерфейс RS-422
- Стабильные характеристики в статике, при динамическом движении и в жёстких условиях эксплуатации
- Малые габариты и масса: 44,8 × 38,6 × 20 мм, 52±5 г
- Pin-to-pin взаимозаменяемость с изделиями серии STIM210

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон	**±300…±400 °/s**
Смещение нуля	**10…30 °/h**
Стабильность смещения нуля	**1…3 °/h**
Угловой случайный уход	**0,03…0,15 °/√h**
Габариты / масса	**44,8 × 38,6 × 20 мм / 52±5 г**

Применение. Инерциальные навигационные системы и курсовые системы; Системы стабилизации и наведения; Беспилотные аппараты и платформы различных классов; Робототехника и промышленная автоматизация; Испытательные и метрологические стенды; Замена модулей серии STIM210 в существующей аппаратуре.

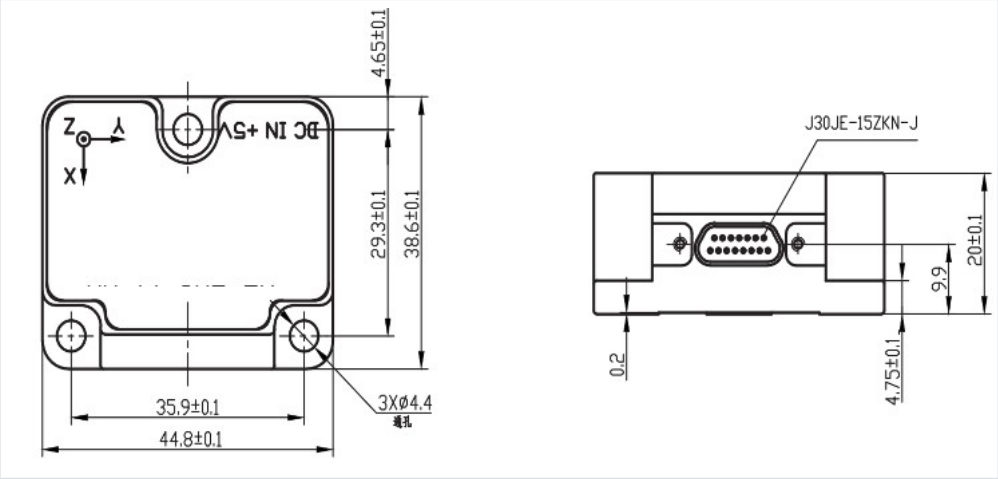
END-G3010 Трёхосный MEMS-гиромодуль END-G3010

Примечания. Диапазон измерений настраивается по заказу: ±400 °/s для типов A и C, ±300 °/s для типа E; Полоса пропускания регулируемая: 250 Гц для типов A и C, 400 Гц для типа E; Данные выдаются по высокоскоростному последовательному интерфейсу RS-422; Модуль совместим по посадочным размерам и разъёму (pin-to-pin) с изделиями серии STIM210; Соответствует изделию END-EX3-1 каталога: та же серия трёхосных MEMS-гиромодулей с габаритами 44,8 × 38,6 × 20 мм и массой 52±5 г, но с иными обозначениями исполнений (A, C, E вместо базового, A, B, C).

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Тип A	Тип C	Тип E
Диапазон измерений (по заказу)	°/s	±400	±400	±300
Смещение нуля	°/h	30	20	10
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/h	0,3	0,1	0,2
Стабильность смещения нуля (1σ, сглаживание 10 с, 25 °C)	°/h	3	2	1
Повторяемость смещения нуля	°/h	3	1	0,5
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	°/h	15	10	5
Угловой случайный уход	°/√h	0,15	0,05	0,03
Чувствительность смещения нуля к ускорению	°/h/g	2	2	2
Разрешение	°/h	2	1	1
Выходной шум (полупиковое значение)	°/s	0,3	0,25	0,2
Полоса пропускания	Гц	250 (регулируемая)	250 (регулируемая)	400 (регулируемая)
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	100	100	100
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	100	100	100
Перекрёстная связь	%	0,1	0,1	0,1
Время готовности	с	1	1	1
Частота обновления данных	Гц	1000	1000	1000
Напряжение питания	В	5±0,5	5±0,5	5±0,5
Пусковой ток	мА	< 400	< 400	< 400
Потребляемая мощность	Вт	< 1,4	< 1,4	< 1,4
Пульсации напряжения питания	мВ	100	100	100
Рабочая температура	°C	−45…+85	−45…+85	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+105	−55…+105	−55…+105
Масса	г	52±5	52±5	52±5
Габаритные размеры	мм	44,8 × 38,6 × 20	44,8 × 38,6 × 20	44,8 × 38,6 × 20
Интерфейс	—	RS-422	RS-422	RS-422

ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЁЖ · END-G3010



Габаритный чертёж. Присоединительные и установочные размеры — в миллиметрах.

END-G3020

Трёхосный MEMS-гиромодуль END-G3020

Одно исполнение A, pin-to-pin аналог STIM202

END-G3020 — трёхосный MEMS-гиромодуль, предназначенный для измерения угловой скорости по трём взаимно ортогональным осям носителя. Модуль объединяет MEMS-гироскопические чувствительные элементы, датчик температуры, схемы цифровой обработки сигналов, несущую конструкцию и встроенное программное обеспечение.

Встроенные алгоритмы компенсируют температурную зависимость во всём рабочем диапазоне, погрешности установки (перекос измерительных осей) и нелинейность. Благодаря этому модуль сохраняет высокие характеристики как в статике, так и при динамическом движении, в том числе в жёстких условиях эксплуатации. Все выдаваемые данные проходят компенсацию погрешностей.

Стабильные и достоверные значения угловой скорости передаются по высокоскоростному последовательному интерфейсу RS-422. По посадочным размерам, разъёму и протоколу обмена модуль полностью совместим (pin-to-pin) с изделиями серии STIM202, что позволяет применять его как прямую замену без переработки аппаратуры.



Общий вид — END-G3020

ОСОБЕННОСТИ

- Измерение угловой скорости по трём взаимно ортогональным осям в одном малогабаритном модуле
- Встроенная компенсация температурной зависимости во всём рабочем диапазоне
- Компенсация погрешностей установки — перекоса измерительных осей
- Компенсация нелинейности характеристик чувствительных элементов
- Высокоскоростной последовательный интерфейс RS-422
- Стабильные характеристики в статике, при динамическом движении и в жёстких условиях эксплуатации
- Малые габариты и масса: 44,8 × 38,6 × 20 мм, 52±5 г
- Pin-to-pin взаимозаменяемость с изделиями серии STIM202

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон	**±400 °/s**
Смещение нуля	**30 °/h**
Стабильность смещения нуля	**3 °/h**
Угловой случайный уход	**0,15 °/√h**
Габариты / масса	**44,8 × 38,6 × 20 мм / 52±5 г**

Применение. Инерциальные навигационные системы и курсовые системы; Системы стабилизации и наведения; Беспилотные аппараты и платформы различных классов; Робототехника и промышленная автоматизация; Испытательные и метрологические стенды; Замена модулей серии STIM202 в существующей аппаратуре.

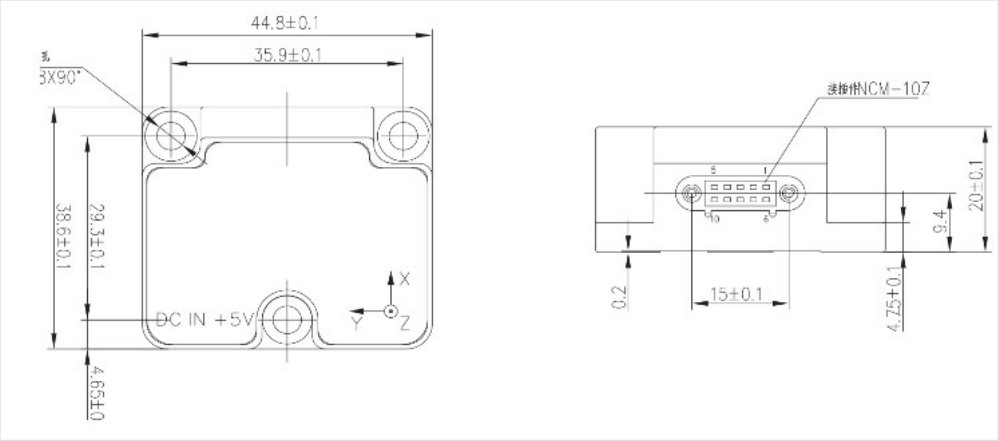
END-G3020 Трёхосный MEMS-гиромодуль END-G3020

Примечания. Диапазон измерений настраивается по заказу; Полоса пропускания регулируемая (250 Гц в базовой настройке); Данные выдаются по высокоскоростному последовательному интерфейсу RS-422; Модуль совместим по посадочным размерам и разъёму (pin-to-pin) с изделиями серии STIM202; Соответствует изделию END-EX3-2 каталога (габариты 44,8 × 38,6 × 20 мм, масса 52±5 г, интерфейс RS-422).

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Тип A
Диапазон измерений (по заказу)	°/s	±400
Смещение нуля	°/h	30
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/h	0,3
Стабильность смещения нуля (1σ, сглаживание 10 с, 25 °C)	°/h	3
Повторяемость смещения нуля	°/h	3
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	°/h	15
Угловой случайный уход	°/√h	0,15
Чувствительность смещения нуля к ускорению	°/h/g	2
Разрешение	°/h	2
Выходной шум (полупиковое значение)	°/s	0,3
Полоса пропускания	Гц	250 (регулируемая)
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	100
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	100
Перекрёстная связь	%	0,1
Время готовности	с	1
Частота обновления данных	Гц	1000
Напряжение питания	В	5±0,5
Пусковой ток	мА	< 400
Потребляемая мощность	Вт	< 1,4
Пульсации напряжения питания	мВ	100
Рабочая температура	°C	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+105
Масса	г	52±5
Габаритные размеры	мм	44,8 × 38,6 × 20
Интерфейс	—	RS-422

ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЁЖ · END-G3020



Габаритный чертёж. Присоединительные и установочные размеры — в миллиметрах.

END-G3060

Трёхосный MEMS-гиромодуль END-G3060

Три исполнения (базовое, A, C), диапазон до ±400 °/с, интерфейс RS-422

END-G3060 — трёхосный MEMS-гиромодуль для измерения угловой скорости по трём ортогональным осям носителя. В его состав входят MEMS-гироскопический чувствительный элемент, датчик температуры, цифровая схема обработки сигнала, несущая конструкция и встроенное программное обеспечение.

Обработку сигнала выполняет цифровой тракт: встроенные алгоритмы компенсируют температурную зависимость во всём рабочем диапазоне, погрешность установки (перекосы измерительных осей) и нелинейность масштабного коэффициента. Скорректированные значения угловой скорости выдаются по высокоскоростному последовательному интерфейсу RS-422.

Модуль выпускается в трёх исполнениях — базовом, A и C, которые различаются диапазоном измерений (до ±400 °/с) и полосой пропускания (250 или 400 Гц). Корпус габаритами 44,8 × 38,6 × 13,5 мм и масса 38 г позволяют устанавливать прибор в малогабаритной аппаратуре, а готовность к работе наступает через 1 с после включения.



Общий вид — END-G3060

ОСОБЕННОСТИ

- Три измерительные оси в одном корпусе 44,8 × 38,6 × 13,5 мм массой 38 г
- Компенсация погрешности во всём диапазоне рабочих температур
- Компенсация погрешности установки — перекосов измерительных осей
- Компенсация нелинейности масштабного коэффициента
- Высокоскоростной последовательный интерфейс RS-422
- Частота обновления данных 1000 Гц, готовность к работе через 1 с
- Регулируемая полоса пропускания: 250 Гц (базовое, A) или 400 Гц (C)
- Три исполнения с разными диапазоном и полосой пропускания

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон	**±400 °/с (C — ±300 °/с)**
Смещение нуля	**10…30 °/ч**
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	**0,1…0,3 °/ч**
Частота обновления данных	**1000 Гц**
Габариты / масса	**44,8 × 38,6 × 13,5 мм / 38 г**

Применение. Инерциальные навигационные системы и курсовые системы; Системы стабилизации и наведения подвижных объектов; Беспилотные аппараты и малогабаритные платформы; Робототехника и промышленная автоматизация; Системы контроля углового движения и вибрации; Испытательные и метрологические стенды.

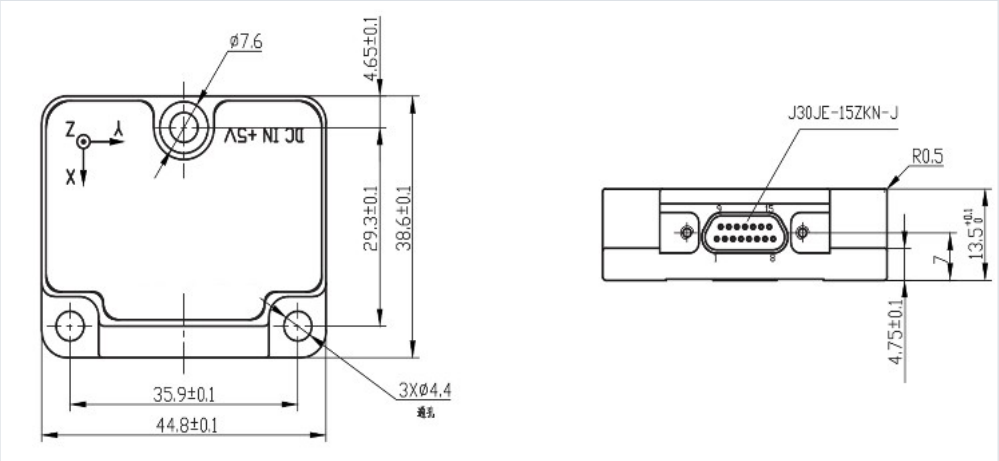
END-G3060 Трёхосный MEMS-гиромодуль END-G3060

Примечания. Диапазон измерений указан как «по заказу» (в таблице — Customizable) и может быть изменён по требованию заказчика; Полоса пропускания регулируемая: 250 Гц для базового исполнения и исполнения A, 400 Гц для исполнения C; Все значения в таблице приведены как типовые (Typical Values); На габаритном чертеже: 44,8 ± 0,1 × 38,6 ± 0,1 × 13,5 ± 0,1 мм, три монтажных отверстия Ø4,4 мм, разъём J30JE-15ZKN-J; По габаритам, массе и составу параметров совпадает с выпускаемым END-EX3-6; в руководстве три исполнения вместо четырёх в каталоге, отдельные значения уточнены (смещение нуля типа C — 10 °/ч, стабильность смещения нуля 3/2/1 °/ч, разрешение в °/ч).

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение	Исполнение A	Исполнение C
Диапазон измерений (по заказу)	°/с	±400	±400	±300
Смещение нуля	°/ч	30	20	10
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/ч	0,3	0,1	0,2
Стабильность смещения нуля (1σ, сглаживание 10 с, комнатная температура)	°/ч	3	2	1
Повторяемость смещения нуля	°/ч	3	1	0,5
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	°/ч	15	10	5
Угловой случайный уход	°/√ч	0,15	0,05	0,03
Чувствительность смещения нуля к ускорению	°/ч/г	2	2	2
Разрешение	°/ч	2	1	1
Выходной шум (полупиковое значение)	°/с	0,3	0,25	0,2
Полоса пропускания	Гц	250 (регулируемая)	250 (регулируемая)	400 (регулируемая)
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	100	100	100
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	100	100	100
Перекрёстная связь	%	0,1	0,1	0,1
Время готовности	с	1	1	1
Частота обновления данных	Гц	1000	1000	1000
Напряжение питания	В	5 ± 0,5	5 ± 0,5	5 ± 0,5
Пусковой ток	мА	< 400	< 400	< 400
Потребляемая мощность	Вт	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Пульсации напряжения питания	мВ	100	100	100
Рабочая температура	°C	−45…+85	−45…+85	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+105	−55…+105	−55…+105
Масса	г	38 ± 1	38 ± 1	38 ± 1
Габаритные размеры	мм	44,8 × 38,6 × 13,5	44,8 × 38,6 × 13,5	44,8 × 38,6 × 13,5
Интерфейс	—	RS-422	RS-422	RS-422

ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЁЖ · END-G3060



Габаритный чертёж. Присоединительные и установочные размеры — в миллиметрах.

03

Инерциальные измерительные модули

25 МОДЕЛЕЙ В РАЗДЕЛЕ

Инерциальные измерительные модули объединяют трёхосный гироскоп и трёхосный акселерометр с общей цифровой обработкой, температурной компенсацией и калибровкой перекрёстных связей. Диапазон решений — от миниатюрных модулей в BGA-корпусе, монтируемых прямо на плату, до герметичных шести- и девятиосевых блоков в металлическом корпусе с интерфейсом RS-422 и исполнениями под высокие удары и перегрузки.

Как выбирать

Для встраивания в электронику заказчика оптимальны END6505 и END6475 (BGA, SPI, pin-to-pin совместимость с ADIS16505/ADIS16475). Для навигации среднего класса — END-EX9-1/EX9-2/EX9-3 с совместимостью по разъёмам с ADIS16495/ADIS16488. Для тяжёлых условий — END-EX6-35 и END-EX6-36J с ударопрочностью до 20 000 g. Экспортные серии END-S6036/S6038/S6070/S6475/S6505 и END-M6010/M6040/M6060/M9020/M9030 повторяют те же платформы в исполнениях с иной комплектацией и индексацией.

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА РАЗДЕЛА

Модель	Диапазон	Стабильность нуля	Габариты / масса
END6505	±500 °/s	4 °/h	15 × 15 × 5,4 мм / 1,5 г
END6475	±500 °/s	4 °/h	15 × 11 × 11 мм / 1,5 г
END-EX9-1	±480 °/s	0,3 °/h	44 × 47 × 15 мм / 48 г
END-EX9-2	±480 °/s	5 °/h	44 × 47 × 14 мм / 48 г
END-EX9-3	±480 °/s	0,3 °/h	44 × 47 × 15 мм / 48 г
END-EX6-13	±400…±2000 °/s	0,05…0,3 °/h	55±5 г / 44,8 × 38,6 × 20 мм
END-EX6-35	±4000 °/s (X); ±400 °/s (Y/Z)	0,3 °/h	≤ 120 г / Ø80 × 22 мм
END-EX6-36J	±480 °/s	8 °/h	—
END-EX6-37	±300 °/s	0,05 °/h	—
END-EX6-7	±500…±4000 °/s	5…15 °/h	≤ 12 г / 22 × 20 × 10,2 мм
END-EX6-6	±400 °/c (C — ±2000 °/c)	0,03…1 °/ч	120 г / Ø64,78 × 35,6 мм
END-EX6-31	±400 °/c	0,3 °/ч	28 В / 380 г
END-EX6-4	±400 °/c (C — ±2000 °/c)	0,05…1 °/ч	55 ± 5 г / 44,8 × 38,6 × 20 мм
END-EX6-33J	±450 °/c	4 °/ч	≤ 15 г / 37,7 × 24,15 × 9,5 мм
END-EX6-1	±400 °/c (C — ±2000 °/c)	0,05…1 °/ч	55 ± 5 г / 44,8 × 38,6 × 20 мм
END-S6036	±480 °/c	8 °/ч	24 × 22,4 × 9 мм / 18 г
END-S6038	±1000 °/c	8 °/ч	22,4 × 24,3 × 8 мм / 15 г
END-S6070	±1000 °/c	3 °/ч	22 × 20 × 10,2 мм / 12 г
END-S6475/S6477	±500 °/c	2,5 °/ч	15 × 11 × 11 мм / 2,2 ± 0,2 г
END-S6505/S6507	±500 °/c	2,5 °/ч	15 × 15 × 5,7 мм / 1,7 ± 0,2 г
END-M9020	±480 °/c	1 °/ч	44 × 47 × 14 мм / 48 ± 2 г
END-M9030	±480 °/c	0,3 °/ч	44 × 47 × 15 мм / 48 ± 2 г
END-M6010	±480 °/c	0,3 °/ч	44 × 47 × 15 мм / 48 ± 2 г
END-M6040	±400 °/c (тип C — ±2000 °/c)	0,1…1 °/ч	44,8 × 38,6 × 20 мм / 55 ± 5 г
END-M6060	±400 °/c (C — ±2000 °/c)	0,3 °/ч (A — 0,1, C — 1)	Ø64,78 × 35,6 мм / 120 г

END6505

Шестиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль END6505

Два исполнения — базовое и A; BGA-корпус, pin-to-pin аналог ADIS16505

END6505 — шестиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль, который в реальном времени измеряет угловые скорости и линейные ускорения по трём ортогональным осям. В состав входят триада MEMS-гироскопов, триада MEMS-акселерометров, схемы возбуждения и съёма сигнала, датчик температуры и цифровая обработка сигналов.

Встроенное программное обеспечение выполняет полную температурную компенсацию, компенсацию нелинейностей и других систематических погрешностей во всём рабочем диапазоне температур, поэтому модуль сохраняет точность как в статике, так и при динамических нагрузках. Малое время готовности и хорошая динамическая характеристика позволяют использовать его в задачах, где важна оперативность получения данных.

Корпус — стандартный BGA с нормированной раскладкой шариковых выводов, цоколёвкой и интерфейсом SPI: модуль монтируется непосредственно на печатную плату и не требует дополнительной механической оснастки. По посадочным размерам и электрическим характеристикам изделие совместимо с ADIS16505 и может устанавливаться вместо него без переработки платы.



Общий вид — END6505

ОСОБЕННОСТИ

- Измерение угловых скоростей и линейных ускорений по трём осям в реальном времени
- Встроенные алгоритмы полной температурной компенсации и компенсации нелинейностей
- Быстрый отклик на динамические воздействия, готовность к работе через 1 с после включения
- Стандартный BGA-корпус: нормированная раскладка шариковых выводов, цоколёвка и интерфейс SPI
- Монтаж непосредственно на печатную плату без дополнительной оснастки
- Электрическая и конструктивная совместимость с ADIS16505 (pin-to-pin)
- Малое энергопотребление — 0,1 Вт при напряжении питания 3,3 В
- Малая масса — 1,5 г при габаритах 15 × 15 × 5,4 мм

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон гироскопа	**±500 °/s**
Нестабильность смещения нуля	**4 °/h**
Диапазон акселерометра	**±8 / ±10 g**
Частота обновления данных	**2000 Гц**
Габариты / масса	**15 × 15 × 5,4 мм / 1,5 г**

Применение. Беспилотные транспортные средства и системы автономного движения; Робототехника и подвижные платформы; Мобильное картографирование и наземная съёмка; Полевая геологоразведка и геодезические измерения; Контроль состояния мостов, метротоннелей и инженерных сооружений; Промышленная автоматизация и системы управления движением.

END6505 Шестиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль END6505

Примечания. Диапазон измерений гироскопа и акселерометра задаётся по требованию заказчика; В исполнении А полоса пропускания акселерометра составляет 200 Гц и может регулироваться; В таблице источника в разделе акселерометра единицы измерения смещены на две строки относительно параметров; здесь они приведены в соответствие с физическим смыслом величин (Гц, ppm, %); Для интерфейса в источнике указана единица «мм»; в таблице единица не приводится, тип интерфейса — SPI.

Гироскоп

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение	Исполнение А
Диапазон измерений (по заказу)	°/s	±500	±500
Смещение нуля (абсолютное значение)	°/h	180	180
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/h	4	4
Стабильность смещения нуля (сглаживание 1 с, 1σ, комнатная температура)	°/h	30	30
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	°/h	72	72
Повторяемость смещения нуля	°/h	30	30
Чувствительность смещения нуля к ускорению	°/h/g	2	2
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	200	200
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	200	200
Угловой случайный уход	°/√h	0,3	0,3
Перекрёстная связь	%	0,1	0,1
Полоса пропускания	Гц	345	345

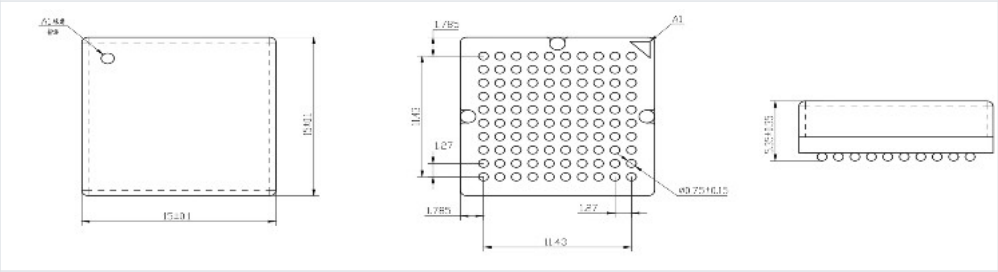
Акселерометр

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение	Исполнение А
Диапазон измерений (по заказу)	g	±8	±10
Стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, комнатная температура)	мг	0,3	0,1
Повторяемость смещения нуля	мг	0,3	0,1
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	мг	3	2
Полоса пропускания	Гц	393	200 (регулируемая)
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	3500	3500
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	3500	3500
Перекрёстная связь	%	0,1	0,1

Общие параметры

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение	Исполнение А
Время готовности	с	1	1
Частота обновления данных	Гц	2000	2000
Напряжение питания (постоянный ток)	В	3,3 ± 0,3	3,3 ± 0,3
Потребляемая мощность	Вт	0,1	0,1
Пульсации напряжения питания	мВ	100	100
Рабочая температура	°C	−45…+85	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+85	−55…+85
Масса	г	1,5 ± 0,2	1,5 ± 0,2
Габаритные размеры	мм	15 × 15 × 5,4	15 × 15 × 5,4
Интерфейс	—	SPI	SPI

ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЁЖ · END6505



Габаритный чертёж. Присоединительные и установочные размеры — в миллиметрах. Чертёж соответствует исполнению END6505 серии.

END6475

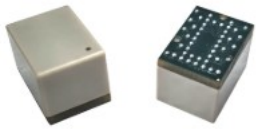
Шестиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль END6475

Два исполнения — базовое и A; BGA-корпус, pin-to-pin аналог ADIS16475

END6475 — шестиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль, измеряющий в реальном времени угловые скорости и линейные ускорения по трём ортогональным осям. Конструктивно он объединяет триаду MEMS-гироскопов, триаду MEMS-акселерометров, схемы возбуждения и съёма сигнала, датчик температуры и цифровую обработку сигналов.

Встроенное программное обеспечение выполняет полную температурную компенсацию, компенсацию нелинейностей и других систематических погрешностей во всём рабочем диапазоне температур. Хорошая динамическая характеристика и малое время готовности делают модуль пригодным для задач управления движением, где требуется оперативный и достоверный отклик.

Модуль выпускается в стандартном BGA-корпусе с нормированной раскладкой шариковых выводов, цоколёвкой и интерфейсом SPI и монтируется непосредственно на печатную плату. По посадочным размерам и электрическим характеристикам изделие совместимо с ADIS16475 и может устанавливаться вместо него без переработки платы.



Общий вид — END6475

ОСОБЕННОСТИ

- Измерение угловых скоростей и линейных ускорений по трём осям в реальном времени
- Встроенные алгоритмы полной температурной компенсации и компенсации нелинейностей
- Быстрый отклик на динамические воздействия, готовность к работе через 1 с после включения
- Стандартный BGA-корпус: нормированная раскладка шариковых выводов, цоколёвка и интерфейс SPI
- Монтаж непосредственно на печатную плату без дополнительной оснастки
- Электрическая и конструктивная совместимость с ADIS16475 (pin-to-pin)
- Малое энергопотребление — 0,1 Вт при напряжении питания 3,3 В
- Компактный корпус 15 × 11 × 11 мм при массе 1,5 г

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон гироскопа	**±500 °/s**
Нестабильность смещения нуля	**4 °/h**
Диапазон акселерометра	**±8 / ±10 g**
Частота обновления данных	**2000 Гц**
Габариты / масса	**15 × 11 × 11 мм / 1,5 г**

Применение. Беспилотные транспортные средства и системы автономного движения; Робототехника и подвижные платформы; Мобильное картографирование и наземная съёмка; Полевая геологоразведка и геодезические измерения; Контроль состояния мостов, метротоннелей и инженерных сооружений; Промышленная автоматизация и системы управления движением.

END6475 Шестиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль END6475

Примечания. Диапазон измерений гироскопа и акселерометра задаётся по требованию заказчика; В исполнении А полоса пропускания акселерометра составляет 200 Гц и может регулироваться; В таблице источника в разделе акселерометра единицы измерения смещены на две строки относительно параметров; здесь они приведены в соответствие с физическим смыслом величин (Гц, ppm, %); Для интерфейса в источнике указана единица «мм»; в таблице единица не приводится, тип интерфейса — SPI.

Гироскоп

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение	Исполнение А
Диапазон измерений (по заказу)	°/s	±500	±500
Смещение нуля (абсолютное значение)	°/h	180	180
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/h	4	4
Стабильность смещения нуля (сглаживание 1 с, 1σ, комнатная температура)	°/h	30	30
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	°/h	72	72
Повторяемость смещения нуля	°/h	30	30
Чувствительность смещения нуля к ускорению	°/h/g	2	2
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	200	200
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	200	200
Угловой случайный уход	°/√h	0,3	0,3
Перекрёстная связь	%	0,1	0,1
Полоса пропускания	Гц	345	345

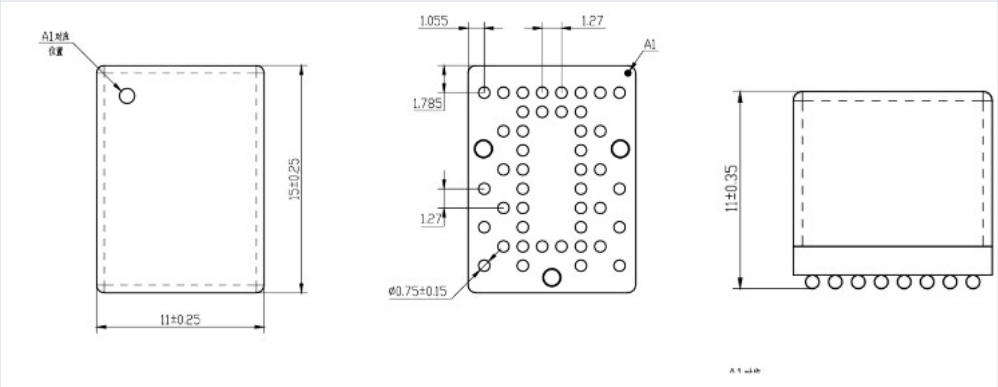
Акселерометр

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение	Исполнение А
Диапазон измерений (по заказу)	g	±8	±10
Стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, комнатная температура)	мг	0,3	0,1
Повторяемость смещения нуля	мг	0,3	0,1
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	мг	3	2
Полоса пропускания	Гц	393	200 (регулируемая)
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	3500	3500
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	3500	3500
Перекрёстная связь	%	0,1	0,1

Общие параметры

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение	Исполнение А
Время готовности	с	1	1
Частота обновления данных	Гц	2000	2000
Напряжение питания (постоянный ток)	В	3,3 ± 0,3	3,3 ± 0,3
Потребляемая мощность	Вт	0,1	0,1
Пульсации напряжения питания	мВ	100	100
Рабочая температура	°C	−45…+85	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+85	−55…+85
Масса	г	1,5 ± 0,2	1,5 ± 0,2
Габаритные размеры	мм	15 × 11 × 11	15 × 11 × 11
Интерфейс	—	SPI	SPI

ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЁЖ · END6475



Габаритный чертёж. Присоединительные и установочные размеры — в миллиметрах. Чертёж соответствует исполнению END6475 серии.

END-EX9-1

Девятиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль END-EX9-1

Одно исполнение, корпус 44 × 47 × 15 мм, интерфейс SPI

END-EX9-1 — девятиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль (IMU) для измерения угловых скоростей и линейных ускорений по трём ортогональным осям. В состав входят триада MEMS-гироскопов, триада MEMS-акселерометров со схемами возбуждения и съёма сигнала, датчик температуры, цифровой сигнальный процессор, несущая конструкция и встроенное программное обеспечение.

Собственная конструкция чувствительных элементов и цифровая обработка сигналов позволили реализовать в одном корпусе полную температурную компенсацию, компенсацию углов выставки и нелинейностей. Благодаря этому характеристики остаются стабильными и в статическом режиме, и при динамических воздействиях, и в жёстких условиях эксплуатации, а потребитель получает достоверные измерительные данные.

Данные выдаются по интерфейсу SPI с частотой обновления 3200 Гц, что достаточно для задач стабилизации и управления движением. Корпус размерами 44 × 47 × 15 мм и масса 48 г позволяют устанавливать модуль на небольшие платформы, а потребляемая мощность 1,5 Вт не требует развитого теплоотвода.



Общий вид — END-EX9-1

ОСОБЕННОСТИ

- Высокая повторяемость характеристик от экземпляра к экземпляру и надёжность в эксплуатации
- Малые габариты, низкое энергопотребление и небольшая масса
- Полная компенсация всех элементов измерительного тракта: температурная, по углам выставки, нелинейности
- Низкая погрешность вибрационного выпрямления
- Экономичная конструкция при высоком соотношении цена — качество
- Стабильность характеристик в статике, динамике и в жёстких условиях эксплуатации
- Цифровой интерфейс SPI с частотой обновления данных 3200 Гц

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон гироскопа	**±480 °/s**
Нестабильность смещения нуля	**0,3 °/h**
Диапазон акселерометра	**±20 g**
Частота обновления данных	**3200 Гц**
Габариты / масса	**44 × 47 × 15 мм / 48 г**

Применение. Беспилотные летательные и наземные аппараты; Системы стабилизации и наведения; Робототехника и подвижные платформы; Мобильное картографирование и геодезические измерения; Курсоуказание и построение инерциальных навигационных систем; Промышленная автоматизация и контроль подвижных объектов.

END-EX9-1 Девятиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль END-EX9-1

Примечания. В источнике модуль отнесён к девятиосевым; в таблице характеристик приведены каналы гироскопов и акселерометров; Диапазоны измерений гироскопа и акселерометра задаются по требованию заказчика; Для интерфейса в источнике указана единица «мм»; в таблице единица не приводится, тип интерфейса — SPI.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	END-EX9-1
Диапазон измерений (по заказу)	°/s	±480
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/h	0,3
Стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, комнатная температура)	°/h	3
Повторяемость смещения нуля	°/h	5
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	°/h	20
Чувствительность смещения нуля к ускорению	°/h/g	2
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	100
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	100
Угловой случайный уход	°/√h	0,15
Разрешение	°/h	2
Перекрёстная связь	%	0,1
Полоса пропускания	Гц	250
Диапазон измерений (по заказу)	g	±20
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	мг	0,07
Стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, комнатная температура)	мг	0,25
Повторяемость смещения нуля	мг	0,5
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	мг	3
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	3500
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	3500
Случайный уход	м/с/√h	0,029
Перекрёстная связь	%	0,1
Полоса пропускания	Гц	250
Время готовности	с	1
Частота обновления данных	Гц	3200
Напряжение питания (постоянный ток)	В	3,3
Потребляемая мощность	Вт	1,5
Пульсации напряжения питания	мВ	100
Рабочая температура	°C	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+85
Масса	г	48 ± 2
Габаритные размеры	мм	44 × 47 × 15
Интерфейс	—	SPI

END-EX9-2

Девятиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль END-EX9-2

Гироскопы, акселерометры, магнитометры и барометр; pin-to-pin аналог ADIS16488

END-EX9-2 — девятиосевой MEMS-измерительный модуль (IMU), объединяющий триады гироскопов, акселерометров и магнитометров, а также барометрический датчик давления. В одном корпусе размещены чувствительные элементы со схемами возбуждения и съёма сигнала, датчик температуры, цифровой сигнальный процессор, несущая конструкция и встроенное программное обеспечение.

Цифровая обработка выполняет полную температурную компенсацию, компенсацию углов выставки и нелинейностей по всем измерительным каналам. Магнитные каналы дают курс относительно магнитного меридиана, а барометр — оценку высоты, поэтому модуль пригоден для комплексного определения ориентации и положения подвижных объектов в статике, динамике и в жёстких условиях эксплуатации.

Данные выдаются по интерфейсу SPI с частотой обновления 2460 Гц. По посадочным размерам и электрическим характеристикам изделие совместимо с серией ADIS16488 и может устанавливаться вместо неё без переработки платы; габариты модуля — 44 × 47 × 14 мм, масса — 48 г.



Общий вид — END-EX9-2

ОСОБЕННОСТИ

- Триады гироскопов, акселерометров и магнитометров плюс барометрический датчик в одном корпусе
- Высокая повторяемость характеристик от экземпляра к экземпляру и надёжность в эксплуатации
- Малые габариты, низкое энергопотребление и небольшая масса
- Полная компенсация всех элементов измерительного тракта: температурная, по углам выставки, нелинейности
- Низкая погрешность вибрационного выпрямления
- Экономичная конструкция при высоком соотношении цена — качество
- Электрическая и конструктивная совместимость с ADIS16488 (pin-to-pin)
- Цифровой интерфейс SPI с частотой обновления данных 2460 Гц

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон гироскопа	**±480 °/s**
Нестабильность смещения нуля	**5 °/h**
Диапазон акселерометра	**±20 g**
Магнитометр / барометр	**±2,5 Гс / 300…1100 мбар**
Габариты / масса	**44 × 47 × 14 мм / 48 г**

Применение. Беспилотные летательные и наземные аппараты; Курс и ориентация по магнитному полю, барометрическая высота; Системы стабилизации и наведения; Робототехника и подвижные платформы; Мобильное картографирование и геодезические измерения; Промышленная автоматизация и контроль подвижных объектов.

END-EX9-2 Девятиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль END-EX9-2

Примечания. Диапазоны измерений гироскопа и акселерометра задаются по требованию заказчика; Магнитные каналы рассчитаны на диапазон ±2,5 Гс при чувствительности 0,1 мГс на LSB; Барометрический канал перекрывает давление 300…1100 мбар при чувствительности 6,1 × 10^{-7} мбар на LSB; Для интерфейса в источнике указана единица «мм»; в таблице единица не приводится, тип интерфейса — SPI.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	END-EX9-2
Диапазон измерений (по заказу)	°/s	±480
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/h	5
Стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, комнатная температура)	°/h	10
Повторяемость смещения нуля	°/h	20
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	°/h	72
Чувствительность смещения нуля к ускорению	°/h/g	20
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	200
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	200
Угловой случайный уход	°/√h	0,26
Разрешение	°/s	0,01
Перекрёстная связь	%	0,2
Полоса пропускания	Гц	330
Диапазон измерений (по заказу)	g	±20
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	мг	0,07
Стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, комнатная температура)	мг	0,25
Повторяемость смещения нуля	мг	0,5
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	мг	3
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	3500
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	3500
Случайный уход	м/с/√h	0,029
Перекрёстная связь	%	0,2
Полоса пропускания	Гц	250
Диапазон измерений (динамический)	Гс	±2,5
Чувствительность	мГс/LSB	0,1
Диапазон давления	мбар	300…1100
Чувствительность	мбар/ LSB	6,1 × 10^{-7}
Время готовности	с	1
Частота обновления данных	Гц	2460
Напряжение питания (постоянный ток)	В	3,3 ± 0,15
Потребляемая мощность	Вт	0,5
Пульсации напряжения питания	мВ	100
Рабочая температура	°C	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+85
Масса	г	48 ± 2
Габаритные размеры	мм	44 × 47 × 14
Интерфейс	—	SPI

END-EX9-3

Девятиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль END-EX9-3

Гироскопы, акселерометры, магнитометры и барометр; базовое исполнение

END-EX9-3 — девятиосевой MEMS-измерительный модуль (IMU), объединяющий триады гироскопов, акселерометров и магнитометров, а также барометрический датчик давления. В одном корпусе размещены чувствительные элементы со схемами возбуждения и съёма сигнала, датчик температуры, цифровой сигнальный процессор, несущая конструкция и встроенное программное обеспечение.

Цифровая обработка выполняет полную температурную компенсацию, компенсацию углов выставки и нелинейностей по всем измерительным каналам. Магнитные каналы дают курс относительно магнитного меридиана, а барометр — оценку высоты, поэтому модуль пригоден для комплексного определения ориентации и положения подвижных объектов в статике, динамике и в жёстких условиях эксплуатации.

Данные выдаются по интерфейсу SPI с частотой обновления 1000 Гц. Модуль выполнен в корпусе 44 × 47 × 15 мм при массе 48 г, потребляет 0,5 Вт и работает от однополярного питания 3,3 В, что упрощает его встраивание в малогабаритные платформы.



Общий вид — END-EX9-3

ОСОБЕННОСТИ

- Триады гироскопов, акселерометров и магнитометров плюс барометрический датчик в одном корпусе
- Высокая повторяемость характеристик от экземпляра к экземпляру и надёжность в эксплуатации
- Малые габариты, низкое энергопотребление и небольшая масса
- Полная компенсация всех элементов измерительного тракта: температурная, по углам выставки, нелинейности
- Низкая погрешность вибрационного выпрямления
- Экономичная конструкция при высоком соотношении цена — качество
- Стабильность характеристик в статике, динамике и в жёстких условиях эксплуатации
- Цифровой интерфейс SPI с частотой обновления данных 1000 Гц

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон гироскопа	**±480 °/s**
Нестабильность смещения нуля	**0,3 °/h**
Диапазон акселерометра	**±20 g**
Магнитометр / барометр	**±2,5 Гс / 300…1100 мбар**
Габариты / масса	**44 × 47 × 15 мм / 48 г**

Применение. Беспилотные летательные и наземные аппараты; Курс и ориентация по магнитному полю, барометрическая высота; Системы стабилизации и наведения; Робототехника и подвижные платформы; Мобильное картографирование и геодезические измерения; Промышленная автоматизация и контроль подвижных объектов.

END-EX9-3 Девятиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль END-EX9-3

Примечания. В источнике приведены характеристики базового исполнения модуля; Диапазоны измерений гироскопа и акселерометра задаются по требованию заказчика; Магнитные каналы рассчитаны на диапазон ±2,5 Гс при чувствительности 0,1 мГс на LSB; Барометрический канал перекрывает давление 300…1100 мбар при чувствительности 6,1 × 10^{-7} мбар на LSB; Для интерфейса в источнике указана единица «мм»; в таблице единица не приводится, тип интерфейса — SPI.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение
Диапазон измерений (по заказу)	°/s	±480
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/h	0,3
Стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, комнатная температура)	°/h	3
Повторяемость смещения нуля	°/h	5
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	°/h	20
Чувствительность смещения нуля к ускорению	°/h/g	2
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	100
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	100
Угловой случайный уход	°/√h	0,15
Разрешение	°/h	2
Перекрёстная связь	%	0,1
Полоса пропускания	Гц	250
Диапазон измерений (по заказу)	g	±20
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	мг	0,07
Стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, комнатная температура)	мг	0,25
Повторяемость смещения нуля	мг	0,5
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	мг	3
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	3500
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	3500
Случайный уход	м/с/√h	0,029
Перекрёстная связь	%	0,1
Полоса пропускания	Гц	250
Диапазон измерений (динамический)	Гс	±2,5
Чувствительность	мГс/LSB	0,1
Диапазон давления	мбар	300…1100
Чувствительность	мбар/ LSB	6,1 × 10^{-7}
Время готовности	с	1
Частота обновления данных	Гц	1000
Напряжение питания (постоянный ток)	В	3,3 ± 0,15
Потребляемая мощность	Вт	0,5
Пульсации напряжения питания	мВ	100
Рабочая температура	°C	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+85
Масса	г	48 ± 2
Габаритные размеры	мм	44 × 47 × 15
Интерфейс	—	SPI

END-EX6-13

Шестиосевой инерциальный измерительный модуль END-EX6-13

Пять исполнений, диапазон гироскопа от ±400 до ±2000 °/s

END-EX6-13 — шестиосевой инерциальный измерительный модуль, построенный на MEMS-гиромодулях и MEMS-акселерометрах отечественного производства с цепями возбуждения и съёма сигнала, датчиком температуры, цифровой обработкой сигнала и встроенным программным обеспечением. Модуль измеряет угловые скорости и линейные ускорения по трём ортогональным осям в реальном времени.

Конструкция выполнена по собственной схеме вибро- и ударозащиты с гибкими связями между чувствительными элементами и корпусом, что снижает передачу деформаций и высокочастотных нагрузок на датчики. Программное обеспечение реализует компенсацию по всему диапазону температур, компенсацию погрешностей установки (перекосов осей) и нелинейности.

Результат измерений выдаётся по последовательному интерфейсу RS-422 в виде скорректированных данных по шести степеням свободы. Исполнения — базовое, A, B, C и F — различаются диапазонами и точностными характеристиками: от умеренного ±400 °/s и смещения нуля 15 °/h до широкодиапазонного ±2000 °/s и высокоточного варианта с нестабильностью смещения нуля 0,05 °/h.

Модуль сохраняет работоспособность при статических и динамических нагрузках, вибрации и ударах, поэтому пригоден как для навигационных задач, так и для объектов с интенсивной динамикой.



Общий вид — END-EX6-13

ОСОБЕННОСТИ

- Полностью отечественная элементная база: разработка и производство не зависят от импортных комплектующих
- Высокая точность и повторяемость характеристик от образца к образцу
- Малое запаздывание выдачи данных и высокая надёжность
- Компенсация всех существенных факторов: температуры, перекосов осей, нелинейности
- Стойкость к сильным ударам и высоким перегрузкам
- Низкая погрешность вибрационного выпрямления сигнала

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон гироскопа	**±400…±2000 °/s**
Диапазон акселерометра	**±10…±80 g**
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	**0,05…0,3 °/h**
Частота обновления данных	**1000 Гц**
Масса / габариты	**55±5 г / 44,8 × 38,6 × 20 мм**

Применение. Инерциальные навигационные системы и системы ориентации; Системы стабилизации и наведения; Управление движением высокодинамичных объектов; Испытательные стенды и метрологическое оборудование; Робототехника и промышленная автоматика; Вибрационный контроль и диагностика конструкций.

END-EX6-13 Шестиосевой инерциальный измерительный модуль END-EX6-13

Примечания. Диапазон измерений гироскопа и акселерометра может быть изготовлен по требованию заказчика; Пять исполнений (базовое, A, B, C, F) различаются диапазонами и точностными характеристиками.

Технические характеристики — гироскоп

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение	Исполнение A	Исполнение B	Исполнение C	Исполнение F
Диапазон измерений	°/s	±400	±400	±400	±2000	±300
Смещение нуля	°/h	15	10	5	30	3
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/h	0,3	0,1	0,05	1	0,05
Стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, комнатная температура)	°/h	3	1	0,4	6	0,2
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур (сглаживание 10 с)	°/h	20	10	2	30	0,2
Угловой случайный уход	°/√h	0,15	0,05	0,02	0,3	1
Повторяемость смещения нуля	°/h	3	1	0,3	3	0,02
Чувствительность смещения нуля к ускорению	°/h/g	2	2	2	2	1
Разрешение	°/h	2	1	0,5	5	2
Выходной шум (полупиковое значение)	°/s	0,3	0,25	0,15	0,45	0,03
Полоса пропускания	Гц	125	125	125	125	100
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	100	100	100	100	100
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	100	100	100	100	100
Перекрёстная связь	%	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Технические характеристики — акселерометр

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение	Исполнение A	Исполнение B	Исполнение C	Исполнение F
Диапазон измерений	g	±10	±30	±50	±80	±10
Стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, комнатная температура)	мг	0,05	0,2	0,5	1	0,05
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	мг	1	2	3	5	1
Повторяемость смещения нуля	мг	0,1	0,2	0,3	0,5	0,3
Разрешение	мг	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Полоса пропускания	Гц	125	125	125	125	100
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	500	500	500	500	500
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	500	500	500	500	500
Перекрёстная связь	%	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Технические характеристики — прочие параметры

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение	Исполнение A	Исполнение B	Исполнение C	Исполнение F
Частота обновления данных	Гц	1000	1000	1000	1000	1000
Время готовности	с	1	1	1	1	1
Напряжение питания	В	+5±0,25	+5±0,25	+5±0,25	+5±0,25	+5±0,25
Пусковой ток	мА	< 400	< 400	< 400	< 400	< 400
Потребляемая мощность	Вт	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Пульсации напряжения питания	мВ	100	100	100	100	100
Рабочая температура	°C	−55…+85	−55…+85	−55…+85	−55…+85	−55…+85
Температура хранения	°C	−55…+105	−55…+105	−55…+105	−55…+105	−55…+105
Масса	г	55±5	55±5	55±5	55±5	55±5
Габаритные размеры	мм	44,8 × 38,6 × 20	44,8 × 38,6 × 20	44,8 × 38,6 × 20	44,8 × 38,6 × 20	44,8 × 38,6 × 20
Интерфейс	—	RS-422	RS-422	RS-422	RS-422	RS-422

END-EX6-35

Шестиосевой инерциальный измерительный модуль END-EX6-35

Одно исполнение, широкий диапазон гироскопа ±4000 °/s по оси X

END-EX6-35 — шестиосевой инерциальный измерительный модуль на полностью отечественных высокоточных MEMS-гиромодулях и MEMS-акселерометрах. В состав входят датчик температуры, плата обработки сигналов, корпусные детали и встроенное программное обеспечение; изделие предназначено для измерения угловых скоростей и линейных ускорений по трём осям.

Конструкция рассчитана на вибрационные и ударные нагрузки и использует гибкие связи между чувствительными элементами и корпусом. Программное обеспечение выполняет компенсацию по всему диапазону температур, компенсацию перекосов осей и нелинейности, поэтому модуль сохраняет устойчивые показания при высокой скорости вращения, больших перегрузках и интенсивной динамике.

Отличительная особенность — расширенный диапазон измерения угловой скорости по оси X: до ±4000 °/s при ±400 °/s по осям Y и Z. Такая асимметрия рассчитана на объекты, вращающиеся преимущественно вокруг одной оси.



Общий вид — END-EX6-35

ОСОБЕННОСТИ

- Широкий диапазон измерения угловой скорости — до ±4000 °/s
- Малые масса и энергопотребление
- Компенсация всех существенных факторов: температуры, перекосов осей, нелинейности
- Стойкость к ударам до 20 000 g и высоким перегрузкам
- Низкая погрешность вибрационного выпрямления сигнала

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон гироскопа	**±4000 °/s (X); ±400 °/s (Y/Z)**
Диапазон акселерометра	**±50 g**
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	**0,3 °/h**
Ударопрочность	**20 000 g**
Масса / габариты	**≤ 120 г / Ø80 × 22 мм**

Применение. Инерциальные навигационные системы и системы ориентации; Управление вращающимися объектами с высокой угловой скоростью; Системы стабилизации и наведения; Испытательные стенды и метрологическое оборудование; Высокодинамичные приводы и робототехника.

END-EX6-35 Шестиосевой инерциальный измерительный модуль END-EX6-35

Примечания. Диапазон измерений гироскопа и акселерометра может быть изготовлен по требованию заказчика; Ударопрочность 20 000 g приведена в блоке особенностей изделия.

Технические характеристики — гироскоп

Параметр	Ед. изм.	END-EX6-35
Диапазон измерений	°/s	±4000 (X); ±400 (Y/Z)
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/h	0,3
Стабильность смещения нуля (сглаживание 1 с, 1σ, комнатная температура)	°/h	35 (X); 10 (Y/Z)
Повторяемость смещения нуля	°/h	2
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	500 (X); 300 (Y/Z)
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	500 (X); 300 (Y/Z)
Угловой случайный уход	°/√h	0,15
Разрешение	°/h	2
Перекрёстная связь	%	0,2
Полоса пропускания	Гц	150

Технические характеристики — акселерометр

Параметр	Ед. изм.	END-EX6-35
Диапазон измерений	g	±50
Стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, комнатная температура)	мг	1
Повторяемость смещения нуля	мг	1
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	мг	6
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	300
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	300
Перекрёстная связь	%	0,2
Полоса пропускания	Гц	150

Технические характеристики — прочие параметры

Параметр	Ед. изм.	END-EX6-35
Время готовности	с	1,5
Частота обновления данных	Гц	1000
Напряжение питания (постоянный ток)	В	5
Потребляемая мощность	Вт	< 2
Пульсации напряжения питания	мВ	100
Рабочая температура	°C	−40…+80
Температура хранения	°C	−55…+105
Масса	г	≤ 120
Габаритные размеры	мм	Ø80 × 22
Интерфейс	—	TTL

END-EX6-36J

Шестиосевой инерциальный измерительный модуль END-EX6-36J

Одно исполнение, 18 г при габаритах 24 × 22,4 × 9 мм

END-EX6-36J — малогабаритный шестиосевой инерциальный измерительный модуль, в состав которого входят трёхосный гироскопический модуль, трёхосный акселерометр, датчик температуры, плата обработки сигналов, корпусные детали и программное обеспечение. Модуль измеряет угловые скорости и линейные ускорения по трём осям и дополнительно выдаёт температуру.

Данные передаются по последовательному интерфейсу в соответствии с согласованным протоколом обмена. Перед выдачей значения проходят компенсацию температурной погрешности, погрешности установки (перекосов осей) и нелинейности, поэтому потребитель получает уже скорректированные угловые скорости и ускорения.

Изделие ориентировано на задачи, где важны небольшие габариты, масса и энергопотребление: при массе около 18 г и объёме корпуса 24 × 22,4 × 9 мм модуль потребляет около 0,25 Вт. Программная компенсация всех существенных факторов и низкая погрешность вибрационного выпрямления обеспечивают стабильность показаний в реальных условиях эксплуатации.



Общий вид — END-EX6-36J

ОСОБЕННОСТИ

- Низкая стоимость при высоком соотношении цена/качество
- Малые габариты, небольшая масса и низкое энергопотребление
- Компенсация всех существенных факторов: температуры, перекосов осей, нелинейности
- Низкая погрешность вибрационного выпрямления сигнала
- Выдача трёх угловых скоростей, трёх ускорений и температуры по одному протоколу обмена

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон гироскопа	**±480 °/s**
Диапазон акселерометра	**±16 g**
Стабильность смещения нуля (10 с, 1σ)	**8 °/h**
Частота обновления данных	**400 Гц**
Потребляемая мощность	**0,25 Вт**

Применение. Малогабаритные инерциальные навигационные системы; Курсовые системы и системы ориентации; Стабилизация и наведение подвижных объектов; Робототехника и промышленная автоматика; Испытательные стенды и измерительные комплексы.

END-EX6-36J Шестиосевой инерциальный измерительный модуль END-EX6-36J

Примечания. Диапазон измерений гироскопа и акселерометра может быть изготовлен по требованию заказчика; В описании изделия указан последовательный интерфейс RS-422, в таблице характеристик — UART; Случайный уход скорости акселерометра в источнике не приведён (прочерк).

Технические характеристики — гироскоп

Параметр	Ед. изм.	END-EX6-36J
Диапазон измерений	°/s	±480
Смещение нуля (абсолютное значение)	°/h	150
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/h	3
Стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, комнатная температура)	°/h	8
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	°/h	60
Повторяемость смещения нуля	°/h	5
Чувствительность смещения нуля к ускорению	°/h/g	20
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	50
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	50
Угловой случайный уход	°/√h	0,25
Разрешение	°/h	0,01
Перекрёстная связь	%	0,1
Полоса пропускания	Гц	100

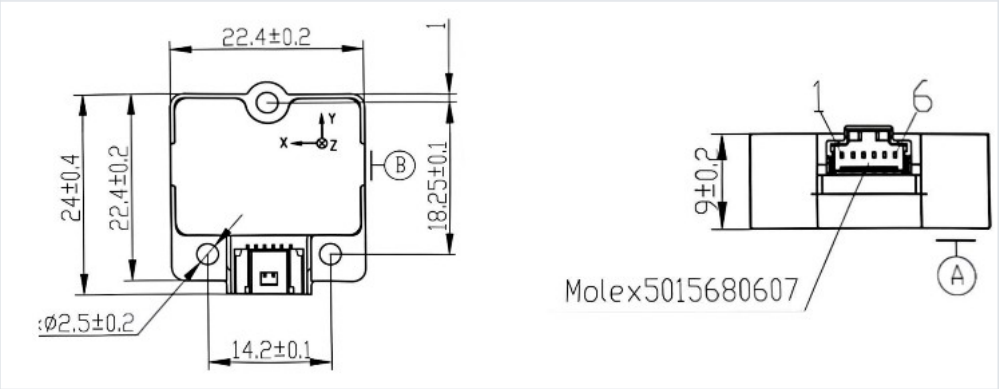
Технические характеристики — акселерометр

Параметр	Ед. изм.	END-EX6-36J
Диапазон измерений	g	±16
Стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, комнатная температура)	мг	0,1
Повторяемость смещения нуля	мг	0,1
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	мг	2,5
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	3500
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	3500
Случайный уход скорости	м/с/√h	—
Перекрёстная связь	%	0,1
Полоса пропускания	Гц	100

Технические характеристики — прочие параметры

Параметр	Ед. изм.	END-EX6-36J
Время готовности	с	2
Частота обновления данных	Гц	400
Напряжение питания (постоянный ток)	В	5±0,3
Потребляемая мощность	Вт	0,25
Пульсации напряжения питания	мВ	100
Рабочая температура	°C	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+105
Масса	г	18±1
Габаритные размеры	мм	24 × 22,4 × 9
Интерфейс	—	UART

ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЁЖ · END-EX6-36J



Габаритный чертёж. Присоединительные и установочные размеры — в миллиметрах. Чертёж соответствует исполнению END-EX6-36J серии.

END-EX6-37

Шестиосевой инерциальный измерительный модуль END-EX6-37

Одно исполнение, нестабильность смещения нуля 0,05 °/h

END-EX6-37 — шестиосевой инерциальный измерительный модуль, собранный на высокоточных MEMS-гироскопах и высокоточных MEMS-акселерометрах. В состав входят датчик температуры, схема обработки сигналов, корпусные детали и программное обеспечение, обеспечивающее выдачу измеренных угловых скоростей и линейных ускорений по трём осям.

Встроенные алгоритмы компенсируют температурную погрешность во всём рабочем диапазоне, погрешность установки (перекосы измерительных осей) и нелинейность. Благодаря этому модуль выдаёт скорректированные данные как в статике, так и при динамических нагрузках и в условиях внешних воздействий.

По точностным характеристикам изделие относится к высокоточной части серии: нестабильность смещения нуля гироскопа составляет 0,05 °/h, случайный уход — 0,051 °/√h, при этом модуль сохраняет компактный корпус 44,8 × 38,6 × 21,5 мм и массу не более 60 г.



Общий вид — END-EX6-37

ОСОБЕННОСТИ

- Полностью отечественная элементная база: разработка и производство не зависят от импортных комплектующих
- Высокая точность и повторяемость характеристик от образца к образцу
- Малое запаздывание выдачи данных и высокая надёжность
- Компенсация всех существенных факторов: температуры, перекосов осей, нелинейности
- Низкая погрешность вибрационного выпрямления сигнала

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон гироскопа	**±300 °/s**
Диапазон акселерометра	**±30 g**
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	**0,05 °/h**
Угловой случайный уход	**0,051 °/√h**
Частота обновления данных	**1000 Гц**

Применение. Инерциальные навигационные системы и системы ориентации; Курсовые системы и гирокомпасы; Системы стабилизации и наведения; Испытательные стенды и метрологическое оборудование; Робототехника и промышленная автоматика.

END-EX6-37 Шестиосевой инерциальный измерительный модуль END-EX6-37

Примечания. Диапазон измерений гироскопа и акселерометра может быть изготовлен по требованию заказчика.

Технические характеристики — гироскоп

Параметр	Ед. изм.	END-EX6-37
Диапазон измерений	°/s	±300
Смещение нуля (абсолютное значение)	°/h	2
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/h	0,05
Стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, комнатная температура)	°/h	1
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	°/h	1
Повторяемость смещения нуля	°/h	1
Чувствительность смещения нуля к ускорению	°/h/g	1
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	200
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	200
Угловой случайный уход	°/√h	0,051
Разрешение	°/h	36
Перекрёстная связь	%	0,1
Полоса пропускания	Гц	100

Технические характеристики — акселерометр

Параметр	Ед. изм.	END-EX6-37
Диапазон измерений	g	±30
Стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, комнатная температура)	мг	0,05
Повторяемость смещения нуля	мг	0,1
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	мг	1
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	100
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	100
Перекрёстная связь	%	0,1
Полоса пропускания	Гц	100

Технические характеристики — прочие параметры

Параметр	Ед. изм.	END-EX6-37
Время готовности	с	2
Частота обновления данных	Гц	1000
Напряжение питания (постоянный ток)	В	5±0,25
Потребляемая мощность	Вт	≤ 2
Пульсации напряжения питания	мВ	100
Рабочая температура	°C	−40…+60
Температура хранения	°C	−55…+105
Масса	г	≤ 60
Габаритные размеры	мм	44,8 × 38,6 × 21,5
Интерфейс	—	RS-422

END-EX6-7

Шестиосевой инерциальный измерительный модуль END-EX6-7

Четыре исполнения, диапазон гироскопа от ±500 до ±4000 °/s

END-EX6-7 — микромеханический шестиосевой измерительный модуль, построенный на экономичных MEMS-гиромодулях и MEMS-акселерометрах с цепями возбуждения и съёма сигнала, датчиком температуры, цифровой обработкой сигнала и программным обеспечением. Модуль в реальном времени измеряет угловые скорости и линейные ускорения по трём осям.

Корпус и внутренняя компоновка выполнены по собственной схеме миниатюризации с защитой от вибрации и удара; гибкие связи развязывают чувствительные элементы от деформаций корпуса. Программное обеспечение компенсирует температурную погрешность во всём диапазоне, погрешность установки (перекосы осей) и нелинейность, поэтому данные остаются достоверными в статике, при динамических нагрузках, сильных ударах и высоких перегрузках.

Скорректированные данные по шести степеням свободы выдаются по последовательному интерфейсу RS-422. Исполнения END-EX6-7, END-EX6-7A, END-EX6-7B и END-EX6-7C различаются диапазоном измерения угловой скорости — от ±500 до ±4000 °/s — и связанным с ним снижением точности, что позволяет подобрать вариант под конкретный объект.



Общий вид — END-EX6-7

ОСОБЕННОСТИ

- Компенсация всех существенных факторов: температуры, перекосов осей, нелинейности
- Малые габариты, небольшая масса и низкое энергопотребление
- Низкая погрешность вибрационного выпрямления сигнала
- Стойкость к сильным ударам и высоким перегрузкам
- Низкая стоимость при высоком соотношении цена/качество

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон гироскопа	**±500…±4000 °/s**
Диапазон акселерометра	**±10…±40 g**
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	**5…15 °/h**
Частота обновления данных	**1000 Гц**
Масса / габариты	**≤ 12 г / 22 × 20 × 10,2 мм**

Применение. Инерциальные навигационные системы и системы ориентации; Системы стабилизации и наведения; Управление высокодинамичными и вращающимися объектами; Робототехника и промышленная автоматика; Испытательные стенды и измерительные комплексы.

END-EX6-7 Шестиосевой инерциальный измерительный модуль END-EX6-7

Примечания. Диапазон измерений гироскопа и акселерометра может быть изготовлен по требованию заказчика; Исполнения END-EX6-7, END-EX6-7A, END-EX6-7B и END-EX6-7C различаются диапазоном измерения угловой скорости.

Технические характеристики — гироскоп

Параметр	Ед. изм.	END-EX6-7	END-EX6-7A	END-EX6-7B	END-EX6-7C
Диапазон измерений	°/s	±500	±1000	±2000	±4000
Смещение нуля	°/h	180	180	180	180
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/h	5	5	10	15
Стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, комнатная температура)	°/h	10	10	10	10
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	°/h	72	72	100	100
Угловой случайный уход	°/√h	0,5	0,5	1	1
Повторяемость смещения нуля	°/h	20	20	30	50
Чувствительность смещения нуля к ускорению	°/h/g	20	20	20	20
Разрешение	°/s	0,01	0,01	0,01	0,01
Выходной шум (полупиковое значение)	°/s	0,4	0,4	0,45	0,45
Полоса пропускания	Гц	100	100	100	100
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	200	200	200	200
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	200	200	200	200
Перекрёстная связь	%	0,2	0,2	0,2	0,2

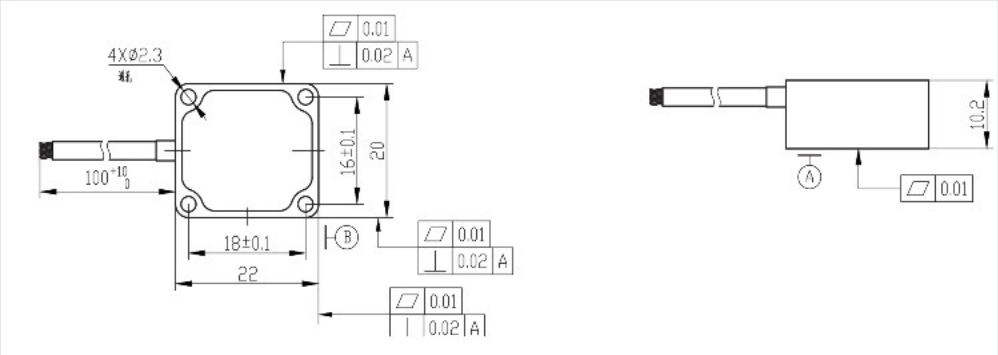
Технические характеристики — акселерометр

Параметр	Ед. изм.	END-EX6-7	END-EX6-7A	END-EX6-7B	END-EX6-7C
Диапазон измерений	g	±10	±20	±40	±40
Стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, комнатная температура)	мг	0,05	0,1	0,2	0,2
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	мг	2	2	2	2
Повторяемость смещения нуля	мг	0,2	0,5	1	1
Разрешение	мг	0,1	0,1	0,1	0,1
Полоса пропускания	Гц	100	100	100	100
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	3500	3500	3500	3500
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	3500	3500	3500	3500
Перекрёстная связь	%	0,1	0,1	0,1	0,1

Технические характеристики — прочие параметры

Параметр	Ед. изм.	END-EX6-7	END-EX6-7A	END-EX6-7B	END-EX6-7C
Частота обновления данных	Гц	1000	1000	1000	1000
Время готовности	с	1	1	1	1
Напряжение питания	В	5±0,25	5±0,25	5±0,25	5±0,25
Пусковой ток	мА	100	100	100	100
Потребляемая мощность	Вт	≤ 0,4	≤ 0,4	≤ 0,4	≤ 0,4
Пульсации напряжения питания	мВ	100	100	100	100
Рабочая температура	°C	−45…+85	−45…+85	−45…+85	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+105	−55…+105	−55…+105	−55…+105
Масса	г	≤ 12	≤ 12	≤ 12	≤ 12
Габаритные размеры	мм	22 × 20 × 10,2	22 × 20 × 10,2	22 × 20 × 10,2	22 × 20 × 10,2
Интерфейс	—	RS-422	RS-422	RS-422	RS-422

ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЁЖ · END-EX6-7



Габаритный чертёж. Присоединительные и установочные размеры — в миллиметрах. Чертёж соответствует исполнению END-EX6-7 серии.

END-EX6-6

Шестиосевой инерциальный измерительный модуль END-EX6-6

Пять исполнений, pin-to-pin аналог Honeywell HG4930

END-EX6-6 — шестиосевой инерциальный измерительный модуль, построенный на MEMS-гироскопах и MEMS-акселерометрах. Прибор непрерывно измеряет угловую скорость и линейное ускорение по трём взаимно ортогональным осям и выдаёт результат в цифровом виде.

В состав модуля входят гироскопические и акселерометрические чувствительные элементы, схемы возбуждения и съёма сигнала, датчик температуры, цифровой сигнальный процессор и программное обеспечение. Встроенные алгоритмы компенсируют температурные погрешности во всём рабочем диапазоне, погрешности установки чувствительных элементов и нелинейность их характеристик, поэтому скорректированные данные поступают потребителю уже после обработки.

Конструкция выполнена по собственной схеме вибро- и ударопрочного исполнения с гибкими связями, благодаря чему параметры сохраняются при статическом и динамическом нагружении и в жёстких условиях эксплуатации. Данные передаются по каналу RS-422. Модуль совместим по посадочным размерам и разъёму (pin-to-pin) с Honeywell HG4930 и выпускается в пяти исполнениях, различающихся точностью и диапазонами измерений.



Общий вид — END-EX6-6

ОСОБЕННОСТИ

- Чувствительные элементы собственной разработки и изготовления, отсутствие зависимости от импортных комплектующих
- Высокая точность, низкий уровень шума и хорошая повторяемость параметров
- Малая задержка выдачи данных и высокая надёжность
- Полная компенсация погрешностей чувствительных элементов встроенным программным обеспечением
- Стойкость к ударным нагрузкам и высоким перегрузкам
- Низкая погрешность вибрационного выпрямления
- Расширенный диапазон рабочих температур (−45…+85 °C)

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон гироскопа	**±400 °/с (С — ±2000 °/с)**
Диапазон акселерометра	**±10…±80 g**
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	**0,03…1 °/ч**
Частота обновления данных	**600 Гц**
Масса / габариты	**120 г / Ø64,78 × 35,6 мм**

Применение. Инерциальные навигационные системы и системы управления движением; Стабилизация и наведение оптико-электронных и антенных постов; Беспилотные летательные аппараты и наземные робототехнические комплексы; Курсовые системы и системы определения пространственной ориентации; Испытательные стенды и средства вибрационной диагностики.

END-EX6-6 Шестиосевой инерциальный измерительный модуль END-EX6-6

Примечания. Диапазоны измерений, масштабные коэффициенты и прочие параметры могут быть изменены по требованию заказчика; Исполнение C отличается повышенным диапазоном гироскопа (±2000 °/c), исполнение F — наименьшими смещением нуля и нестабильностью смещения нуля; В перечне особенностей источник указывает рабочий диапазон −55…+85 °C, в таблице характеристик — −45…+85 °C; Модуль совместим по посадочным размерам и разъёму (pin-to-pin) с Honeywell HG4930.

Технические характеристики — гироскоп

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение	Исполнение A	Исполнение B	Исполнение C	Исполнение F
Диапазон измерений (по заказу)	°/c	±400	±400	±400	±2000	±400
Смещение нуля	°/ч	15	10	5	30	3
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/ч	0,3	0,1	0,05	1	0,03
Стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, комнатная температура)	°/ч	3	1	0,4	6	0,2
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур (сглаживание 10 с)	°/ч	20	10	2	30	1
Угловой случайный уход	°/√ч	0,15	0,05	0,02	0,3	0,01
Повторяемость смещения нуля	°/ч	3	1	0,3	3	0,1
Чувствительность смещения нуля к ускорению	°/ч/g	2	2	2	2	2
Разрешение	°/ч	2	1	0,5	5	0,3
Выходной шум (полупиковое значение)	°/c	0,3	0,25	0,15	0,45	0,15
Полоса пропускания	Гц	125	125	125	125	100
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	100	100	100	100	100
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	100	100	100	100	100
Перекрёстная связь	%	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Технические характеристики — акселерометр

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение	Исполнение A	Исполнение B	Исполнение C	Исполнение F
Диапазон измерений (по заказу)	g	±10	±30	±50	±80	±80
Стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, комнатная температура)	мг	0,05	0,2	0,5	1	1
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	мг	1	2	3	5	5
Повторяемость смещения нуля	мг	0,1	0,2	0,3	0,5	0,5
Разрешение	мг	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Полоса пропускания	Гц	125	125	125	125	125
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	500	500	500	500	500
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	500	500	500	500	500
Перекрёстная связь	%	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Технические характеристики — прочие параметры

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение	Исполнение A	Исполнение B	Исполнение C	Исполнение F
Время готовности	с	1	1	1	1	1
Частота обновления данных	Гц	600	600	600	600	600
Напряжение питания (постоянный ток)	В	5 ± 0,5	5 ± 0,5	5 ± 0,5	5 ± 0,5	5 ± 0,5
Потребляемая мощность	Вт	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Пульсации напряжения питания	мВ	100	100	100	100	100
Рабочая температура	°C	−45…+85	−45…+85	−45…+85	−45…+85	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+105	−55…+105	−55…+105	−55…+105	−55…+105
Масса	г	120	120	120	120	120
Габаритные размеры	мм	Ø64,78 × 35,6	Ø64,78 × 35,6	Ø64,78 × 35,6	Ø64,78 × 35,6	Ø64,78 × 35,6
Интерфейс	—	RS-422	RS-422	RS-422	RS-422	RS-422

END-EX6-31

Шестиосевой инерциальный измерительный модуль END-EX6-31

Базовое исполнение, кварцевый акселерометр, RS-422

END-EX6-31 — шестиосевой инерциальный измерительный модуль, в котором MEMS-гироскопы работают совместно с кварцевыми маятниковыми акселерометрами. Прибор измеряет угловую скорость и линейное ускорение по трём взаимно ортогональным осям и выдаёт результат в цифровом виде.

Модуль объединяет гироскопические чувствительные элементы, кварцевые акселерометры, схемы возбуждения и съёма сигнала, датчик температуры, цифровой сигнальный процессор и программное обеспечение. Встроенные алгоритмы компенсируют температурные погрешности во всём рабочем диапазоне, погрешности установки чувствительных элементов и нелинейность характеристик.

Кварцевые маятниковые акселерометры обеспечивают стабильность смещения нуля каналов ускорения на уровне 0,03 мг, поэтому модуль подходит для задач, где важна точность измерения кажущегося ускорения. Конструкция выполнена по собственной схеме вибро- и ударопрочного исполнения с гибкими связями, данные передаются по каналу RS-422.



Общий вид — END-EX6-31

ОСОБЕННОСТИ

- Чувствительные элементы собственной разработки и изготовления, отсутствие зависимости от импортных комплектующих
- Высокая точность, низкий уровень шума и хорошая повторяемость параметров (каналы ускорения выполнены на кварцевых маятниковых акселерометрах)
- Хорошая повторяемость параметров от прибора к прибору
- Малая задержка выдачи данных и высокая надёжность
- Полная компенсация погрешностей чувствительных элементов встроенным программным обеспечением
- Стойкость к ударным нагрузкам и высоким перегрузкам
- Низкая погрешность вибрационного выпрямления
- Расширенный диапазон рабочих температур

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон гироскопа	**±400 °/с**
Диапазон акселерометра	**±30 g**
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	**0,3 °/ч**
Частота обновления данных	**200 Гц**
Напряжение питания / масса	**28 В / 380 г**

Применение. Инерциальные навигационные системы и системы управления движением; Стабилизация и наведение оптико-электронных и антенных постов; Системы определения пространственной ориентации и курсовые системы; Испытательные стенды и метрологическое оборудование; Наземная и морская аппаратура управления движением.

END-EX6-31 Шестиосевой инерциальный измерительный модуль END-EX6-31

Примечания. Диапазоны измерений, масштабные коэффициенты и прочие параметры могут быть изменены по требованию заказчика; В качестве акселерометров применены кварцевые маятниковые чувствительные элементы; Габаритные размеры в таблице характеристик источника не приведены; В перечне особенностей источник указывает рабочий диапазон −55…+85 °C, в таблице характеристик — −45…+70 °C.

Технические характеристики — гироскоп

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение
Диапазон измерений (по заказу)	°/с	±400
Смещение нуля	°/ч	15
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/ч	0,3
Стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, комнатная температура)	°/ч	3
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур (сглаживание 10 с)	°/ч	20
Угловой случайный уход	°/√ч	0,15
Повторяемость смещения нуля	°/ч	3
Чувствительность смещения нуля к ускорению	°/ч/g	2
Разрешение	°/ч	2
Выходной шум (полупиковое значение)	°/с	0,3
Полоса пропускания	Гц	100
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	100
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	100
Перекрёстная связь	%	0,1

Технические характеристики — акселерометр

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение
Диапазон измерений (по заказу)	g	±30
Стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, комнатная температура)	мг	0,03
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	мг	1
Повторяемость смещения нуля	мг	0,1
Разрешение	мг	0,1
Полоса пропускания	Гц	100
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	100
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	100
Перекрёстная связь	%	0,1

Технические характеристики — прочие параметры

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение
Время готовности	с	1
Частота обновления данных	Гц	200
Напряжение питания (постоянный ток)	В	28
Потребляемая мощность	Вт	3
Пульсации напряжения питания	мВ	100
Рабочая температура	°C	−45…+70
Температура хранения	°C	−45…+85
Масса	г	380

END-EX6-4

Шестиосевой инерциальный измерительный модуль END-EX6-4

Четыре исполнения, канал инклинометра, pin-to-pin аналог STIM300

END-EX6-4 — малогабаритный шестиосевой инерциальный измерительный модуль на MEMS-гироскопах и высокопроизводительных MEMS-акселерометрах. Прибор измеряет угловую скорость и линейное ускорение по трём взаимно ортогональным осям.

В состав модуля входят гироскопические чувствительные элементы, акселерометры, схемы возбуждения и съёма сигнала, датчик температуры, цифровой сигнальный процессор и программное обеспечение, реализующее компенсацию температурных погрешностей, погрешностей установки чувствительных элементов и нелинейности. Скорректированные данные выдаются по каналу RS-422 с частотой обновления 1000 Гц.

Модуль собран по собственной конструктивной и упаковочной схеме: масса не превышает 55 г, габариты — 44,8 × 38,6 × 20 мм, что упрощает монтаж в малогабаритной аппаратуре. Помимо шестиосевого выхода прибор формирует данные канала инклинометра с диапазоном ±1,7 g. Модуль совместим по посадочным размерам и разъёму (pin-to-pin) с изделиями серии STIM300.



Общий вид — END-EX6-4

ОСОБЕННОСТИ

- Высокая точность, низкий уровень шума и хорошая повторяемость параметров
- Низкое энергопотребление, малая задержка выдачи данных и стойкость к ударам
- Полная компенсация погрешностей чувствительных элементов встроенным программным обеспечением
- Малые габариты и масса, удобство монтажа
- Низкая погрешность вибрационного выпрямления
- Дополнительный канал инклинометра с диапазоном ±1,7 g
- Pin-to-pin совместимость с изделиями серии STIM300

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон гироскопа	**±400 °/с (С — ±2000 °/с)**
Диапазон акселерометра	**±10…±40 g**
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	**0,05…1 °/ч**
Частота обновления данных	**1000 Гц**
Масса / габариты	**55 ± 5 г / 44,8 × 38,6 × 20 мм**

Применение. Инерциальные навигационные системы и системы управления движением; Стабилизация и наведение оптико-электронных и антенных постов; Беспилотные летательные аппараты и наземные робототехнические комплексы; Курсовые системы и системы определения пространственной ориентации; Инклинометрия и контроль углов наклона объектов; Испытательные стенды и средства вибрационной диагностики.

END-EX6-4 Шестиосевой инерциальный измерительный модуль END-EX6-4

Примечания. Диапазоны измерений, масштабные коэффициенты и параметры канала инклинометра могут быть изменены по требованию заказчика; Исполнения END-EX6-4B и END-EX6-4C имеют в таблице источника одинаковые параметры акселерометра (±40 g); Модуль совместим по посадочным размерам и разъёму (pin-to-pin) с изделиями серии STIM300; Данные канала инклинометра нормируются при сглаживании 1 с, каналов гироскопов и акселерометров — при сглаживании 10 с.

Технические характеристики — гироскоп

Параметр	Ед. изм.	END-EX6-4	END-EX6-4A	END-EX6-4B	END-EX6-4C
Диапазон измерений (по заказу)	°/с	±400	±400	±400	±2000
Смещение нуля	°/ч	15	10	5	30
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/ч	0,3	0,1	0,05	1
Стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, комнатная температура)	°/ч	3	1	0,4	6
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур (сглаживание 10 с)	°/ч	20	10	2	30
Угловой случайный уход	°/√ч	0,15	0,05	0,02	0,3
Повторяемость смещения нуля	°/ч	3	1	0,3	3
Чувствительность смещения нуля к ускорению	°/ч/g	2	2	2	2
Разрешение	°/ч	2	1	0,5	5
Выходной шум (полупиковое значение)	°/с	0,3	0,25	0,15	0,45
Полоса пропускания	Гц	125	125	125	125
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	100	100	100	100
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	100	100	100	100
Перекрёстная связь	%	0,1	0,1	0,1	0,1

Технические характеристики — акселерометр

Параметр	Ед. изм.	END-EX6-4	END-EX6-4A	END-EX6-4B	END-EX6-4C
Диапазон измерений (по заказу)	g	±10	±20	±40	±40
Стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, комнатная температура)	мг	0,05	0,1	0,2	0,2
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	мг	2	2	2	2
Повторяемость смещения нуля	мг	0,2	0,5	1	1
Разрешение	мг	0,1	0,1	0,1	0,1
Полоса пропускания	Гц	125	125	125	125
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	500	500	500	500
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	500	500	500	500
Перекрёстная связь	%	0,1	0,1	0,1	0,1

Технические характеристики — канал инклинометра

Параметр	Ед. изм.	END-EX6-4	END-EX6-4A	END-EX6-4B	END-EX6-4C
Диапазон измерений (по заказу)	g	±1,7	±1,7	±1,7	±1,7
Стабильность смещения нуля (сглаживание 1 с, 1σ, комнатная температура)	мг	0,5	0,5	0,5	0,5
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	500	500	500	500

Технические характеристики — прочие параметры

Параметр	Ед. изм.	END-EX6-4	END-EX6-4A	END-EX6-4B	END-EX6-4C
Частота обновления данных	Гц	1000	1000	1000	1000
Время готовности	с	1	1	1	1
Напряжение питания (постоянный ток)	В	+5 ± 0,5	+5 ± 0,5	+5 ± 0,5	+5 ± 0,5
Пусковой ток	мА	< 400	< 400	< 400	< 400
Потребляемая мощность	Вт	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Пульсации напряжения питания	мВ	100	100	100	100
Рабочая температура	°C	−45…+85	−45…+85	−45…+85	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+105	−55…+105	−55…+105	−55…+105
Случайная вибрация	—	10…2000 Гц, 6,06 g	10…2000 Гц, 6,06 g	10…2000 Гц, 6,06 g	10…2000 Гц, 6,06 g
Ударная нагрузка	—	5000 g, 0,1 мс	5000 g, 0,1 мс	5000 g, 0,1 мс	5000 g, 0,1 мс
Масса	г	55 ± 5	55 ± 5	55 ± 5	55 ± 5
Габаритные размеры	мм	44,8 × 38,6 × 20	44,8 × 38,6 × 20	44,8 × 38,6 × 20	44,8 × 38,6 × 20
Интерфейс	—	RS-422	RS-422	RS-422	RS-422

END-EX6-33J

Шестиосевой инерциальный измерительный модуль END-EX6-33J

Компактное исполнение, интерфейс SPI, масса не более 15 г

END-EX6-33J — компактный шестиосевой инерциальный измерительный модуль на MEMS-гироскопе и MEMS-акселерометре. Прибор измеряет угловую скорость и линейное ускорение по трём взаимно ортогональным осям и передаёт результат в цифровом виде.

Модуль объединяет чувствительные элементы, схемы возбуждения и съёма сигнала, датчик температуры, цифровой сигнальный процессор и программное обеспечение. Гибкие связи снижают передачу вибраций и ударов на чувствительные элементы, а встроенные алгоритмы компенсируют температурные погрешности, погрешности установки чувствительных элементов и нелинейность, благодаря чему параметры сохраняются при статическом и динамическом нагружении.

Данные выдаются по интерфейсу SPI с частотой обновления 200 Гц (настраивается). Модуль рассчитан на питание 3,0…5,5 В и потребляет 0,2 Вт, а масса не превышает 15 г при габаритах 37,7 × 24,15 × 9,5 мм — это позволяет устанавливать его в малогабаритную аппаратуру с жёсткими требованиями по энергопотреблению.



Общий вид — END-EX6-33J

ОСОБЕННОСТИ

- Чувствительные элементы собственной разработки и изготовления, отсутствие зависимости от импортных комплектующих
- Высокая точность, низкий уровень шума и хорошая повторяемость параметров
- Малая задержка выдачи данных и высокая надёжность
- Полная компенсация погрешностей чувствительных элементов встроенным программным обеспечением
- Низкая погрешность вибрационного выпрямления
- Малые габариты (37,7 × 24,15 × 9,5 мм) и масса не более 15 г
- Низкое энергопотребление — 0,2 Вт при питании 3,0…5,5 В

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон гироскопа	**±450 °/с**
Диапазон акселерометра	**±16 g**
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	**4 °/ч**
Частота обновления данных	**200 Гц**
Масса / габариты	**≤ 15 г / 37,7 × 24,15 × 9,5 мм**

Применение. Беспилотные летательные аппараты и малогабаритные робототехнические комплексы; Системы стабилизации и наведения; Курсовые системы и системы определения пространственной ориентации; Встраиваемые системы управления движением; Испытательные стенды и средства вибрационной диагностики.

END-EX6-33J Шестиосевой инерциальный измерительный модуль END-EX6-33J

Примечания. Диапазоны измерений и масштабные коэффициенты могут быть изменены по требованию заказчика; Смещение нуля гироскопа нормируется по абсолютному значению; Частота обновления данных 200 Гц является настраиваемой; Напряжение питания 3,0…5,5 В, типовое значение — 3,3 В; Параметры каналов нормируются при сглаживании 1 с и комнатной температуре.

Технические характеристики — гироскоп

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение
Диапазон измерений (по заказу)	°/с	±450
Смещение нуля (абсолютное значение)	°/ч	180
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/ч	4
Стабильность смещения нуля (сглаживание 1 с, 1σ, комнатная температура)	°/ч	30
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	°/ч	72
Повторяемость смещения нуля	°/ч	30
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	100
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	100
Угловой случайный уход	°/√ч	0,3
Перекрёстная связь	%	0,1
Полоса пропускания	Гц	5…50

Технические характеристики — акселерометр

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение
Диапазон измерений (по заказу)	g	±16 (макс.)
Стабильность смещения нуля (сглаживание 1 с, 1σ, комнатная температура)	мг	0,3
Повторяемость смещения нуля	мг	0,3
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	мг	3
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	3500
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	3500
Случайный уход	м/с/√ч	0,1
Перекрёстная связь	%	0,1
Полоса пропускания	Гц	5…50

Технические характеристики — прочие параметры

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение
Время готовности	с	1
Частота обновления данных	Гц	200 (настраиваемая)
Напряжение питания (постоянный ток)	В	3,0…5,5 (типовое 3,3)
Потребляемая мощность	Вт	0,2
Рабочая температура	°C	−40…+65
Температура хранения	°C	−40…+85
Масса	г	≤ 15
Габаритные размеры	мм	37,7 × 24,15 × 9,5
Интерфейс	—	SPI

END-EX6-1

Шестиосевой инерциальный измерительный модуль END-EX6-1

Пять исполнений, широкодиапазонный акселерометр, pin-to-pin аналог STIM300

END-EX6-1 — шестиосевой инерциальный измерительный модуль на MEMS-гироскопах и широкодиапазонных MEMS-акселерометрах. Прибор измеряет угловую скорость и линейное ускорение по трём взаимно ортогональным осям.

В состав модуля входят гироскопические чувствительные элементы, акселерометры, схемы возбуждения и съёма сигнала, датчик температуры, цифровой сигнальный процессор и программное обеспечение, реализующее компенсацию температурных погрешностей, погрешностей установки чувствительных элементов и нелинейности. Скорректированные данные выдаются по каналу RS-422.

Модуль собран по собственной конструктивной и упаковочной схеме, имеет массу 55 ± 5 г и габариты 44,8 × 38,6 × 20 мм. Помимо шестиосевого выхода прибор формирует данные канала инклинометра с диапазоном ±1,7 g. Пять исполнений различаются диапазонами и точностными параметрами каналов, а по посадочным размерам и разъёму модуль совместим (pin-to-pin) с изделиями серии STIM300.



Общий вид — END-EX6-1

ОСОБЕННОСТИ

- Высокая точность, низкий уровень шума и хорошая повторяемость параметров
- Низкое энергопотребление, малая задержка выдачи данных и стойкость к ударам
- Полная компенсация погрешностей чувствительных элементов встроенным программным обеспечением
- Малые габариты и масса, удобство монтажа
- Низкая погрешность вибрационного выпрямления
- Широкий диапазон измерения ускорения — до ±80 g
- Pin-to-pin совместимость с изделиями серии STIM300

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон гироскопа	**±400 °/с (С — ±2000 °/с)**
Диапазон акселерометра	**±10…±80 g**
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	**0,05…1 °/ч**
Частота обновления данных	**1000 Гц**
Масса / габариты	**55 ± 5 г / 44,8 × 38,6 × 20 мм**

Применение. Инерциальные навигационные системы и системы управления движением; Стабилизация и наведение оптико-электронных и антенных постов; Беспилотные летательные аппараты и наземные робототехнические комплексы; Курсовые системы и системы определения пространственной ориентации; Инклинометрия и контроль углов наклона объектов; Испытательные стенды и средства вибрационной диагностики.

END-EX6-1 Шестиосевой инерциальный измерительный модуль END-EX6-1

Примечания. Диапазоны измерений, масштабные коэффициенты и параметры канала инклинометра могут быть изменены по требованию заказчика; Для исполнения F в таблице источника не указаны повторяемость и нелинейность масштабного коэффициента акселерометра и перекрёстная связь — в этих ячейках стоит прочерк; Исполнение C отличается повышенным диапазоном гироскопа (±2000 °/c), исполнение F — наименьшим выходным шумом гироскопа; Модуль совместим по посадочным размерам и разъёму (pin-to-pin) с изделиями серии STIM300.

Технические характеристики — гироскоп

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение	Исполнение A	Исполнение B	Исполнение C	Исполнение F
Диапазон измерений (по заказу)	°/c	±400	±400	±400	±2000	±300
Смещение нуля	°/ч	15	10	5	30	3
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/ч	0,3	0,1	0,05	1	0,05
Стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, комнатная температура)	°/ч	3	1	0,4	6	0,2
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур (сглаживание 10 с)	°/ч	20	10	2	30	0,2
Угловой случайный уход	°/√ч	0,15	0,05	0,02	0,3	1
Повторяемость смещения нуля	°/ч	3	1	0,3	3	0,02
Чувствительность смещения нуля к ускорению	°/ч/g	2	2	2	2	1
Разрешение	°/ч	2	1	0,5	5	2
Выходной шум (полупиковое значение)	°/c	0,3	0,25	0,15	0,45	0,03
Полоса пропускания	Гц	125	125	125	125	100
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	100	100	100	100	100
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	100	100	100	100	100
Перекрёстная связь	%	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Технические характеристики — акселерометр

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение	Исполнение A	Исполнение B	Исполнение C	Исполнение F
Диапазон измерений (по заказу)	g	±10	±30	±50	±80	±10
Стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, комнатная температура)	мг	0,05	0,2	0,5	1	0,05
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	мг	1	2	3	5	1
Повторяемость смещения нуля	мг	0,1	0,2	0,3	0,5	0,3
Разрешение	мг	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Полоса пропускания	Гц	125	125	125	125	100
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	500	500	500	500	—
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	500	500	500	500	—
Перекрёстная связь	%	0,1	0,1	0,1	0,1	—

Технические характеристики — канал инклинометра

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение	Исполнение A	Исполнение B	Исполнение C	Исполнение F
Диапазон измерений (по заказу)	g	±1,7	±1,7	±1,7	±1,7	±1,7
Стабильность смещения нуля (сглаживание 1 с, 1σ, комнатная температура)	мг	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	500	500	500	500	500

Технические характеристики — прочие параметры

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение	Исполнение A	Исполнение B	Исполнение C	Исполнение F
Частота обновления данных	Гц	1000	1000	1000	1000	1000
Время готовности	с	1	1	1	1	1
Напряжение питания (постоянный ток)	В	+5 ± 0,5	+5 ± 0,5	+5 ± 0,5	+5 ± 0,5	+5 ± 0,5
Пусковой ток	мА	< 400	< 400	< 400	< 400	< 400
Потребляемая мощность	Вт	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Пульсации напряжения питания	мВ	100	100	100	100	100
Рабочая температура	°C	−45…+85	−45…+85	−45…+85	−45…+85	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+105	−55…+105	−55…+105	−55…+105	−55…+105
Масса	г	55 ± 5	55 ± 5	55 ± 5	55 ± 5	55 ± 5
Габаритные размеры	мм	44,8 × 38,6 × 20	44,8 × 38,6 × 20	44,8 × 38,6 × 20	44,8 × 38,6 × 20	44,8 × 38,6 × 20
Интерфейс	—	RS-422	RS-422	RS-422	RS-422	RS-422

END-S6036

Шестиосевой инерциальный измерительный модуль END-S6036

MEMS-модуль движения: гироскоп ±480 °/с и акселерометр ±16 g, интерфейс UART

END-S6036 — малогабаритный MEMS-модуль движения, объединяющий в одном корпусе трёхосный гироскоп и трёхосный акселерометр. Помимо чувствительных элементов в состав входят датчик температуры, схема обработки сигналов, несущая конструкция и встроенное программное обеспечение.

Встроенные алгоритмы компенсируют температурную зависимость во всём рабочем диапазоне, погрешность установки (перекосы измерительных осей) и нелинейность, поэтому потребитель получает уже скорректированные данные — как в статике, так и при динамических нагрузках и в жёстких условиях эксплуатации.

Модуль выполнен в корпусе 24 × 22,4 × 9 мм массой 18 г и потребляет 0,25 Вт при напряжении питания 5 В. Результаты измерений выдаются по последовательному интерфейсу UART с частотой обновления 400 Гц; предусмотрена регулируемая полоса пропускания 100 Гц по каналам гироскопа и акселерометра.



Общий вид — END-S6036

ОСОБЕННОСТИ

- Трёхосный гироскоп и трёхосный акселерометр в одном корпусе 24 × 22,4 × 9 мм
- Малая масса 18 г и низкое энергопотребление 0,25 Вт
- Компенсация погрешности во всём диапазоне рабочих температур
- Компенсация погрешности установки — перекосов измерительных осей
- Компенсация нелинейности масштабного коэффициента
- Регулируемая полоса пропускания 100 Гц по каналам гироскопа и акселерометра
- Частота обновления данных 400 Гц, готовность к работе через 2 с
- Единый последовательный интерфейс UART для всех измерительных каналов

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон гироскопа	**±480 °/с**
Диапазон акселерометра	**±16 g**
Стабильность смещения нуля (10 с, 1σ)	**8 °/ч**
Частота обновления данных	**400 Гц**
Габариты / масса	**24 × 22,4 × 9 мм / 18 г**

Применение. Малогабаритные инерциальные навигационные системы; Курсовые системы и системы ориентации; Стабилизация и наведение подвижных объектов; Робототехника и промышленная автоматика; Испытательные стенды и измерительные комплексы.

END-S6036 Шестиосевой инерциальный измерительный модуль END-S6036

Примечания. Диапазоны гироскопа и акселерометра указаны как «по заказу» (в таблице — Customizable) и могут быть изменены по требованию заказчика; Полоса пропускания регулируемая — 100 Гц по каналам гироскопа и акселерометра; Все значения в таблице приведены как типовые (Typical Values); На габаритном чертеже: 22,4 ± 0,2 × 24 ± 0,4 × 9 ± 0,2 мм, разъём Molex 5015680607 (6 контактов); в таблице размеры даны без допусков как 24 × 22,4 × 9 мм; По габаритам, массе 18 ± 1 г, интерфейсу UART и диапазонам совпадает с выпускаемым END-EX6-36J; в руководстве уточнены нестабильность смещения нуля гироскопа (1 °/ч), случайный уход (0,2 °/√ч) и повторяемость масштабного коэффициента (200 ppm).

Технические характеристики — гироскоп

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение
Диапазон измерений (по заказу)	°/с	±480
Смещение нуля	°/ч	150
Нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/ч	1
Стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, комнатная температура)	°/ч	8
Повторяемость смещения нуля	°/ч	5
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	°/ч	60
Угловой случайный уход	°/√ч	0,2
Чувствительность смещения нуля к ускорению	°/ч/г	20
Разрешение	°/ч	0,01
Выходной шум (полупиковое значение)	°/с	0,4
Полоса пропускания	Гц	100 (регулируемая)
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	≤ 50
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	200
Перекрёстная связь	%	0,1

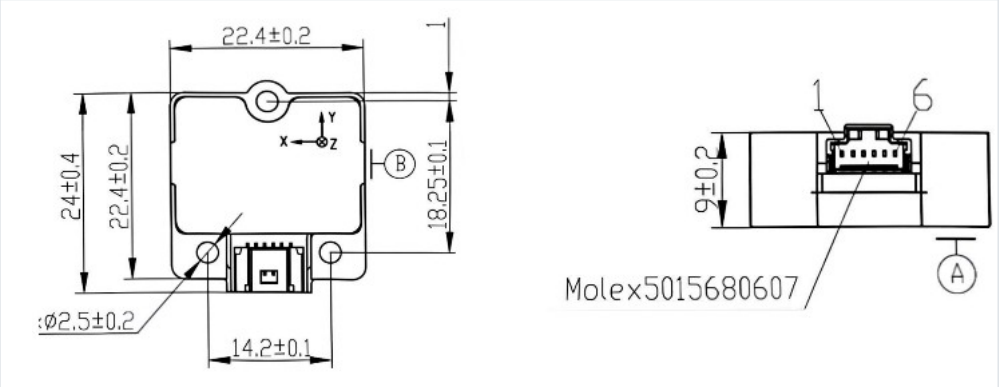
Технические характеристики — акселерометр

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение
Диапазон измерений (по заказу)	g	±16
Стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, комнатная температура)	мг	0,1
Повторяемость смещения нуля	мг	0,1
Погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	мг	2,5
Полоса пропускания	Гц	100 (регулируемая)
Нелинейность масштабного коэффициента (при ±16 g)	ppm	3500
Перекрёстная связь	%	0,1

Технические характеристики — прочие параметры

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение
Время готовности	с	2
Частота обновления данных	Гц	400
Напряжение питания	В	5 ± 0,3
Потребляемая мощность	Вт	0,25
Пульсации напряжения питания	мВ	100
Рабочая температура	°C	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+105
Масса	г	18 ± 1
Габаритные размеры	мм	24 × 22,4 × 9
Интерфейс	—	UART

ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЁЖ · END-S6036



Габаритный чертёж. Присоединительные и установочные размеры — в миллиметрах.

END-S6038

Шестиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль END-S6038

Одно исполнение; интерфейс SPI, pin-to-pin аналог ADIS16467

END-S6038 — шестиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль, измеряющий угловые скорости и линейные ускорения по трём взаимно ортогональным осям. В состав входят MEMS-гироскоп, MEMS-акселерометр, датчик температуры, схемы обработки сигналов, несущая конструкция и встроенное программное обеспечение.

Встроенные алгоритмы выполняют полную температурную компенсацию, компенсацию погрешностей установки (перекоса измерительных осей) и компенсацию нелинейностей, поэтому модуль выдаёт скорректированные, стабильные и достоверные данные как в статике, так и при динамических нагрузках и в жёстких условиях эксплуатации.

Гироскопический канал рассчитан на ±1000 °/с, акселерометрический — на ±16 g. Данные передаются по интерфейсу SPI с частотой обновления 2000 Гц; питание — 5 ± 0,5 В при потребляемой мощности менее 0,5 Вт. По посадочным размерам и электрическим характеристикам модуль совместим с ADIS16467 (pin-to-pin) и устанавливается вместо него без переработки платы. Габариты — 22,4 × 24,3 × 8 мм, масса — 15 г.



Общий вид — END-S6038

ОСОБЕННОСТИ

- Измерение угловых скоростей и линейных ускорений по трём взаимно ортогональным осям в одном корпусе
- MEMS-гироскоп, MEMS-акселерометр и датчик температуры в составе модуля
- Полная температурная компенсация во всём рабочем диапазоне температур
- Компенсация погрешностей установки — перекоса измерительных осей
- Компенсация нелинейностей измерительных каналов
- Стабильные скорректированные данные в статике, динамике и жёстких условиях эксплуатации
- Цифровой интерфейс SPI с частотой обновления данных 2000 Гц
- Pin-to-pin совместимость с ADIS16467 без переработки платы

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон гироскопа	**±1000 °/с**
Стабильность смещения нуля	**8 °/ч**
Диапазон акселерометра	**±16 g**
Частота обновления данных	**2000 Гц**
Габариты / масса	**22,4 × 24,3 × 8 мм / 15 г**

Применение. Беспилотные транспортные средства и системы автономного движения; Робототехника и подвижные платформы; Системы стабилизации и наведения; Мобильное картографирование и наземная съёмка; Промышленная автоматизация и системы управления движением; Замена модулей серии ADIS16467 в существующей аппаратуре.

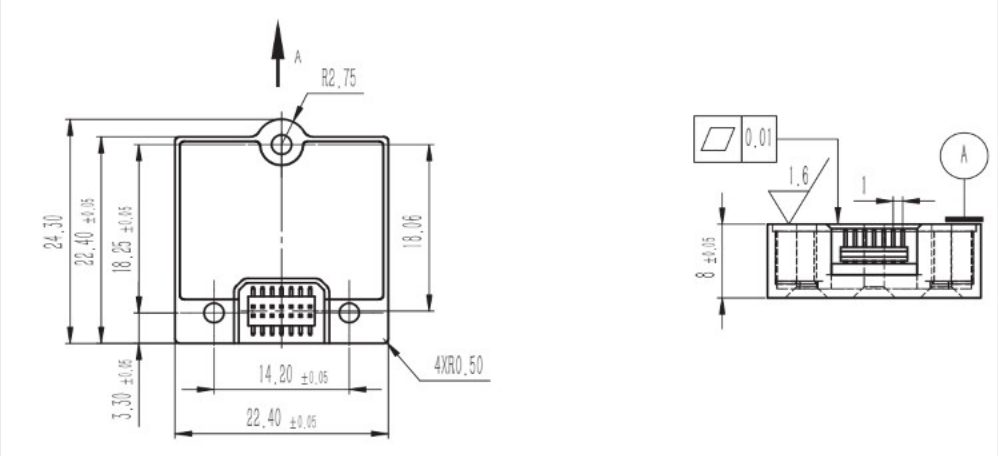
END-S6038 Шестиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль END-S6038

Примечания. Параметры в таблице приведены как типичные значения; Диапазон измерений гироскопа и акселерометра задаётся по требованию заказчика; Нелинейность масштабного коэффициента акселерометра указана для диапазона ±8 g; Полоса пропускания акселерометра — не менее 200 Гц; Модуль позиционируется как pin-to-pin аналог ADIS16467 и заменяет его без переработки системы; В каталоге нет изделия с совпадающими параметрами, поэтому код в analog_in_catalog не указан; Ближайшее по классу изделие каталога — END-EX6-36J (24 × 22,4 × 9 мм, 18 ± 1 г, интерфейс UART): у него другой диапазон гироскопа (±480 °/с), полоса пропускания 100 Гц и частота обновления данных 400 Гц.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение
Гироскоп: диапазон измерений (по заказу)	°/с	±1000
Гироскоп: смещение нуля	°/ч	180
Гироскоп: нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/ч	2,5
Гироскоп: стабильность смещения нуля (1σ, осреднение 10 с, комнатная температура)	°/ч	8
Гироскоп: повторяемость смещения нуля	°/ч	8
Гироскоп: погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	°/ч	60
Гироскоп: угловой случайный уход	°/√ч	0,15
Гироскоп: разрешение	°/ч	0,01
Гироскоп: полоса пропускания	Гц	345
Гироскоп: нелинейность масштабного коэффициента	ppm	100
Гироскоп: повторяемость масштабного коэффициента	ppm	100
Гироскоп: перекрёстная связь	%	0,2
Акселерометр: диапазон измерений (по заказу)	g	±16
Акселерометр: стабильность смещения нуля (1σ, осреднение 10 с, комнатная температура)	мг	0,2
Акселерометр: повторяемость смещения нуля	мг	0,2
Акселерометр: погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	мг	3
Акселерометр: полоса пропускания	Гц	≥ 200
Акселерометр: нелинейность масштабного коэффициента (±8 g)	ppm	3500
Акселерометр: перекрёстная связь	%	0,2
Время готовности	с	1
Частота обновления данных	Гц	2000
Напряжение питания	В	5 ± 0,5
Потребляемая мощность	Вт	< 0,5
Пульсации напряжения питания	мВ	100
Рабочая температура	°C	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+105
Масса	г	15
Габаритные размеры	мм	22,4 × 24,3 × 8
Интерфейс	—	SPI

ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЁЖ · END-S6038



Габаритный чертёж. Присоединительные и установочные размеры — в миллиметрах.

END-S6070

Шестиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль END-S6070

Одно исполнение; интерфейс RS-422, диапазон ±1000 °/с

END-S6070 — шестиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль, измеряющий в реальном времени угловые скорости и линейные ускорения по трём взаимно ортогональным осям. В состав входят MEMS-гироскоп, MEMS-акселерометр, датчик температуры, схемы обработки сигналов, несущая конструкция и встроенное программное обеспечение.

Конструкция выполнена миниатюрной, стойкой к вибрации и ударным нагрузкам. Встроенные алгоритмы компенсируют температурную зависимость параметров во всём рабочем диапазоне, перекос установки измерительных осей и нелинейность характеристик, поэтому модуль выдаёт скорректированные, стабильные и достоверные данные как в статике, так и при динамических нагрузках и в жёстких условиях эксплуатации.

Гироскопический канал рассчитан на ±1000 °/с, акселерометрический — на ±40 g. Данные передаются по последовательному интерфейсу RS-422 с частотой обновления 1000 Гц; питание — 5 ± 0,25 В при потребляемой мощности 0,3 Вт. Габариты — 22 × 20 × 10,2 мм, масса — 12 г, что позволяет устанавливать модуль в малогабаритную аппаратуру.



Общий вид — END-S6070

ОСОБЕННОСТИ

- Измерение угловых скоростей и линейных ускорений по трём взаимно ортогональным осям
- Миниатюрная конструкция, стойкая к вибрации и ударным нагрузкам
- Полная температурная компенсация во всём рабочем диапазоне температур
- Компенсация погрешностей установки — перекоса измерительных осей
- Компенсация нелинейностей измерительных каналов
- Стабильные скорректированные данные в статике, динамике и жёстких условиях эксплуатации
- Последовательный интерфейс RS-422, частота обновления данных 1000 Гц
- Малая масса 12 г при габаритах 22 × 20 × 10,2 мм

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон гироскопа	**±1000 °/с**
Нестабильность смещения нуля	**3 °/ч**
Диапазон акселерометра	**±40 g**
Частота обновления данных	**1000 Гц**
Габариты / масса	**22 × 20 × 10,2 мм / 12 г**

Применение. Беспилотные транспортные средства и системы автономного движения; Робототехника и подвижные платформы; Системы стабилизации, наведения и управления движением; Мобильное картографирование и наземная съёмка; Промышленная автоматизация и контроль состояния оборудования; Инерциальные навигационные системы и курсовые системы.

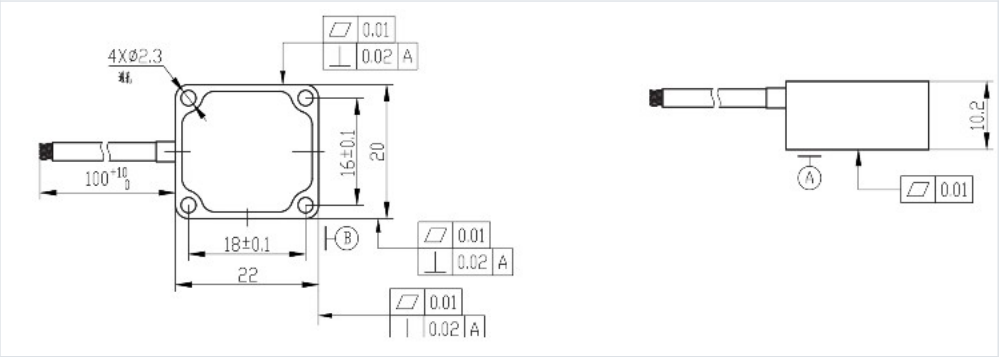
END-S6070 Шестиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль END-S6070

Примечания. Диапазон измерений гироскопа и акселерометра задаётся по требованию заказчика; Полоса пропускания гироскопа и акселерометра составляет 100 Гц и регулируется; Соответствует END-EX6-7 каталога: корпус 22 × 20 × 10,2 мм, масса 12 г, интерфейс RS-422, частота обновления 1000 Гц; при этом в руководстве изделие приведено одним исполнением (гироскоп ±1000 °/с, акселерометр ±40 g), а часть параметров отличается от каталожных (нестабильность смещения нуля 3 °/ч против 5 °/ч, потребляемая мощность 0,3 Вт против ≤ 0,4 Вт).

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение
Гироскоп: диапазон измерений (по заказу)	°/с	±1000
Гироскоп: смещение нуля	°/ч	180
Гироскоп: нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/ч	3
Гироскоп: стабильность смещения нуля (1σ, осреднение 10 с, комнатная температура)	°/ч	10
Гироскоп: повторяемость смещения нуля	°/ч	10
Гироскоп: погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	°/ч	60
Гироскоп: угловой случайный уход	°/√ч	0,25
Гироскоп: чувствительность смещения нуля к ускорению	°/ч/g	20
Гироскоп: разрешение	°/ч	0,01
Гироскоп: выходной шум (полупиковое значение)	°/с	0,4
Гироскоп: полоса пропускания	Гц	100 (регулируемая)
Гироскоп: нелинейность масштабного коэффициента	ppm	200
Гироскоп: повторяемость масштабного коэффициента	ppm	200
Гироскоп: перекрёстная связь	%	0,1
Акселерометр: диапазон измерений (по заказу)	g	±40
Акселерометр: стабильность смещения нуля (1σ, осреднение 10 с, комнатная температура)	мг	0,1
Акселерометр: повторяемость смещения нуля	мг	0,5
Акселерометр: погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	мг	3
Акселерометр: разрешение	мг	0,1
Акселерометр: полоса пропускания	Гц	100 (регулируемая)
Акселерометр: нелинейность масштабного коэффициента (±40 g)	ppm	3500
Акселерометр: перекрёстная связь	%	0,1
Время готовности	с	1
Частота обновления данных	Гц	1000
Напряжение питания	В	5 ± 0,25
Потребляемая мощность	Вт	0,3
Пульсации напряжения питания	мВ	100
Рабочая температура	°C	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+105
Масса	г	12
Габаритные размеры	мм	22 × 20 × 10,2
Интерфейс	—	RS-422

ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЁЖ · END-S6070



Габаритный чертёж. Присоединительные и установочные размеры — в миллиметрах.

END-S6475/S6477

Шестиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль END-S6475/S6477

Два исполнения — END-S6475 (±8 g) и END-S6477 (±40 g); pin-to-pin аналог ADIS16475/ADIS16477

END-S6475/S6477 — шестиосевые MEMS-инерциальные измерительные модули, измеряющие в реальном времени угловые скорости и линейные ускорения по трём взаимно ортогональным осям. В одном корпусе объединены MEMS-гироскоп, MEMS-акселерометр, датчик температуры, схемы обработки сигналов, механическая конструкция и встроенное программное обеспечение.

Встроенные алгоритмы выполняют полную температурную компенсацию, компенсацию погрешностей установки (перекоса измерительных осей) и компенсацию нелинейностей, поэтому модули выдают скорректированные, стабильные и достоверные данные как в статике, так и при динамических нагрузках и в жёстких условиях эксплуатации. Гироскопический канал у обоих исполнений одинаков, а различаются они диапазоном акселерометра и его полосой пропускания: у END-S6475 это ±8 g и 393 Гц, у END-S6477 — ±40 g и 1000 Гц.

Данные передаются по интерфейсу SPI с частотой обновления 2000 Гц; питание — 3,3 ± 0,3 В при потребляемой мощности 0,1 Вт. По посадочным размерам и электрическим характеристикам модули совместимы с ADIS16475 и ADIS16477 (pin-to-pin) и устанавливаются вместо них без переработки платы. Габариты — 15 × 11 × 11 мм, масса — 2,2 ± 0,2 г.



Общий вид — END-S6475/S6477

ОСОБЕННОСТИ

- Измерение угловых скоростей и линейных ускорений по трём взаимно ортогональным осям в одном корпусе
- Два исполнения с разным диапазоном акселерометра: END-S6475 — ±8 g, END-S6477 — ±40 g
- Полная температурная компенсация во всём рабочем диапазоне температур
- Компенсация погрешностей установки — перекоса измерительных осей
- Компенсация нелинейностей измерительных каналов
- Pin-to-pin совместимость с ADIS16475 (END-S6475) и ADIS16477 (END-S6477)
- Интерфейс SPI, частота обновления данных 2000 Гц
- Малые масса и габариты: 2,2 ± 0,2 г, 15 × 11 × 11 мм

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон гироскопа	**±500 °/с**
Нестабильность смещения нуля	**2,5 °/ч**
Диапазон акселерометра	**±8 / ±40 g**
Частота обновления данных	**2000 Гц**
Габариты / масса	**15 × 11 × 11 мм / 2,2 ± 0,2 г**

Применение. Беспилотные транспортные средства и системы автономного движения; Робототехника и подвижные платформы; Системы стабилизации, наведения и управления движением; Мобильное картографирование и наземная съёмка; Промышленная автоматизация и контроль состояния оборудования; Замена модулей серий ADIS16475 и ADIS16477 в существующей аппаратуре.

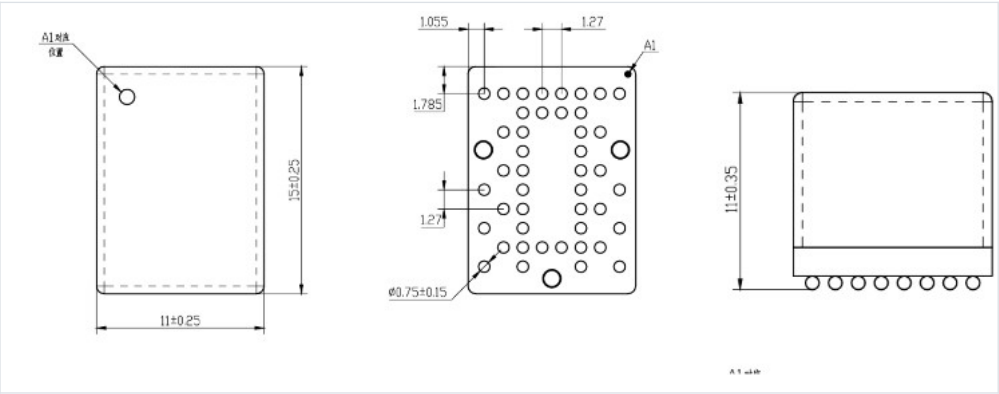
END-S6475/S6477 Шестиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль END-S6475/S6477

Примечания. Диапазон измерений гироскопа и акселерометра задаётся по требованию заказчика; Полоса пропускания гироскопа 345 Гц приведена как значение по умолчанию; Исполнения END-S6475 и END-S6477 различаются диапазоном акселерометра (±8 и ±40 g) и полосой пропускания (393 и 1000 Гц); параметры гироскопа у них совпадают; Погрешность смещения нуля акселерометра во всём диапазоне температур у END-S6477 указана раздельно по осям: X, Y — 0,5 мг; Z — 2 мг; В таблице руководства разрешение гироскопа указано в °/с — 2 °/с; Соответствует END6475 каталога: оба изделия — pin-to-pin аналоги ADIS16475; при этом в PDF масса 2,2 г против 1,5 г у END6475, нестабильность смещения нуля 2,5 °/ч против 4 °/ч, стабильность смещения нуля 10 °/ч против 30 °/ч.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	END-S6475	END-S6477
Гироскоп: диапазон измерений (по заказу)	°/с	±500	±500
Гироскоп: смещение нуля	°/ч	180	180
Гироскоп: нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/ч	2,5	2,5
Гироскоп: стабильность смещения нуля (1σ, осреднение 10 с, комнатная температура)	°/ч	10	10
Гироскоп: повторяемость смещения нуля	°/ч	30	30
Гироскоп: погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	°/ч	72	72
Гироскоп: угловой случайный уход	°/√ч	0,15	0,15
Гироскоп: чувствительность смещения нуля к ускорению	°/ч/g	2	2
Гироскоп: разрешение	°/с	2	2
Гироскоп: полоса пропускания	Гц	345 (по умолчанию)	345 (по умолчанию)
Гироскоп: нелинейность масштабного коэффициента	ppm	100	100
Гироскоп: повторяемость масштабного коэффициента	ppm	300	300
Гироскоп: перекрёстная связь	%	0,1	0,1
Акселерометр: диапазон измерений (по заказу)	g	±8	±40
Акселерометр: стабильность смещения нуля (1σ, осреднение 10 с, комнатная температура)	мг	0,05	0,1
Акселерометр: повторяемость смещения нуля	мг	0,3	0,1
Акселерометр: погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	мг	3	X, Y: 0,5; Z: 2
Акселерометр: полоса пропускания	Гц	393	1000
Акселерометр: повторяемость масштабного коэффициента	ppm	500	300
Акселерометр: перекрёстная связь	%	0,1	0,1
Время готовности	с	1	1
Частота обновления данных	Гц	2000	2000
Напряжение питания	В	3,3 ± 0,3	3,3 ± 0,3
Потребляемая мощность	Вт	0,1	0,1
Пульсации напряжения питания	мВ	100	100
Рабочая температура	°C	−45…+85	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+105	−55…+105
Масса	г	2,2 ± 0,2	2,2 ± 0,2
Габаритные размеры	мм	15 × 11 × 11	15 × 11 × 11
Интерфейс	—	SPI	SPI

ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЁЖ · END-S6475/S6477



Габаритный чертёж. Присоединительные и установочные размеры — в миллиметрах.

END-S6505/S6507

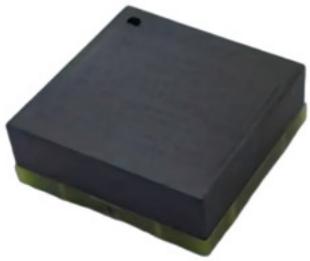
Шестиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль END-S6505/S6507

Два исполнения — END-S6505 и END-S6507; BGA-корпус, pin-to-pin аналог ADIS16505/ADIS16507

END-S6505/S6507 — шестиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль, измеряющий угловые скорости и линейные ускорения по трём взаимно ортогональным осям. В одном корпусе объединены MEMS-гироскоп, MEMS-акселерометр, датчик температуры, схемы обработки сигналов, несущая конструкция и встроенное программное обеспечение.

Встроенные алгоритмы выполняют полную температурную компенсацию, компенсацию погрешностей установки (перекоса измерительных осей) и компенсацию нелинейностей, поэтому модуль выдаёт скорректированные, стабильные и достоверные данные как в статике, так и при динамических нагрузках и в жёстких условиях эксплуатации.

Исполнения различаются диапазоном акселерометра и полосой пропускания: у END-S6505 это ±8 g и 393 Гц, у END-S6507 — ±40 g и 1000 Гц; гироскопический канал у обоих рассчитан на ±500 °/с. Данные выдаются по интерфейсу SPI с частотой обновления 2000 Гц, питание — 3,3 ± 0,3 В при потребляемой мощности 0,1 Вт. По посадочным размерам и электрическим характеристикам модуль совместим с ADIS16505/ADIS16507 (pin-to-pin) и устанавливается вместо них без переработки платы. Габариты — 15 × 15 × 5,7 мм, масса — 1,7 ± 0,2 г.



Общий вид — END-S6505/S6507

ОСОБЕННОСТИ

- Измерение угловых скоростей и линейных ускорений по трём взаимно ортогональным осям в одном корпусе
- MEMS-гироскоп, MEMS-акселерометр, датчик температуры и схемы обработки сигналов в составе модуля
- Полная температурная компенсация во всём рабочем диапазоне температур
- Компенсация погрешностей установки — перекоса измерительных осей
- Компенсация нелинейностей измерительных каналов
- Стабильные скорректированные данные в статике, динамике и жёстких условиях эксплуатации
- Pin-to-pin совместимость с ADIS16505/ADIS16507 без переработки платы
- Малые масса и габариты: 1,7 ± 0,2 г, 15 × 15 × 5,7 мм; интерфейс SPI, частота обновления 2000 Гц

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон гироскопа	**±500 °/с**
Нестабильность смещения нуля	**2,5 °/ч**
Диапазон акселерометра	**±8 / ±40 g**
Частота обновления данных	**2000 Гц**
Габариты / масса	**15 × 15 × 5,7 мм / 1,7 ± 0,2 г**

Применение. Беспилотные транспортные средства и системы автономного движения; Робототехника и подвижные платформы; Мобильное картографирование и наземная съёмка; Промышленная автоматизация и системы управления движением; Контроль состояния мостов, тоннелей и инженерных сооружений; Полевая геологоразведка и геодезические измерения.

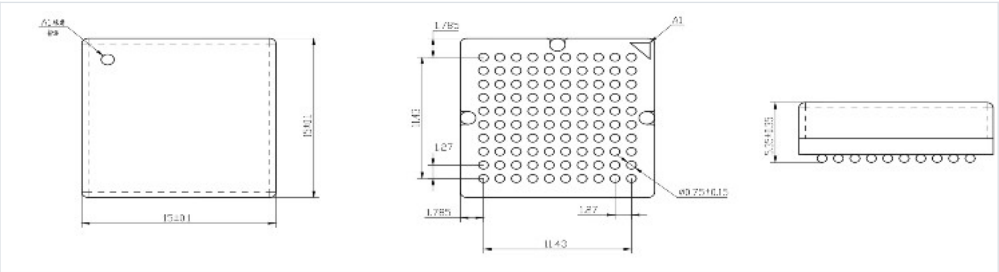
END-S6505/S6507 Шестиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль END-S6505/S6507

Примечания. Параметры в таблице приведены как типичные значения; Диапазон измерений гироскопа и акселерометра задаётся по требованию заказчика; Полоса пропускания гироскопа 345 Гц приведена как значение по умолчанию; Исполнения END-S6505 и END-S6507 различаются диапазоном акселерометра (±8 и ±40 g) и полосой пропускания (393 и 1000 Гц); параметры гироскопа у них совпадают; По габаритному чертежу высота корпуса — 5,35 ± 0,35 мм; в таблице параметров указано 5,7 мм (максимальное значение); Соответствует END6505 каталога: оба изделия — pin-to-pin аналоги ADIS16505; при этом в PDF масса 1,7 г и высота 5,7 мм против 1,5 г и 5,4 мм у END6505, нестабильность смещения нуля 2,5 °/ч против 4 °/ч, а диапазон акселерометра END-S6507 — ±40 g.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	END-S6505	END-S6507
Гироскоп: диапазон измерений (по заказу)	°/с	±500	±500
Гироскоп: смещение нуля	°/ч	180	180
Гироскоп: нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/ч	2,5	2,5
Гироскоп: стабильность смещения нуля (1σ, осреднение 10 с, комнатная температура)	°/ч	10	10
Гироскоп: повторяемость смещения нуля	°/ч	30	30
Гироскоп: погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	°/ч	72	72
Гироскоп: угловой случайный уход	°/√ч	0,15	0,15
Гироскоп: чувствительность смещения нуля к ускорению	°/ч/g	2	2
Гироскоп: разрешение	°/с	0,01	0,01
Гироскоп: полоса пропускания	Гц	345 (по умолчанию)	345 (по умолчанию)
Гироскоп: нелинейность масштабного коэффициента	ppm	100	100
Гироскоп: повторяемость масштабного коэффициента	ppm	300	300
Гироскоп: перекрёстная связь	%	0,1	0,1
Акселерометр: диапазон измерений (по заказу)	g	±8	±40
Акселерометр: стабильность смещения нуля (1σ, осреднение 10 с, комнатная температура)	мг	0,05	0,1
Акселерометр: повторяемость смещения нуля	мг	0,3	0,1
Акселерометр: погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	мг	3	X, Y: 0,5; Z: 2
Акселерометр: полоса пропускания	Гц	393	1000
Акселерометр: нелинейность масштабного коэффициента (±8 g)	ppm	500	300
Акселерометр: перекрёстная связь	%	0,1	0,1
Время готовности	с	1	1
Частота обновления данных	Гц	2000	2000
Напряжение питания	В	3,3 ± 0,3	3,3 ± 0,3
Потребляемая мощность	Вт	0,1	0,1
Пульсации напряжения питания	мВ	100	100
Рабочая температура	°C	−45…+85	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+105	−55…+105
Масса	г	1,7 ± 0,2	1,7 ± 0,2
Габаритные размеры	мм	15 × 15 × 5,7	15 × 15 × 5,7
Интерфейс	—	SPI	SPI

ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЁЖ · END-S6505/S6507



Габаритный чертёж. Присоединительные и установочные размеры — в миллиметрах.

END-M9020

Девятиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль END-M9020

Гироскопы, акселерометры, магнитометры и барометр; pin-to-pin аналог серии ADI16488

END-M9020 — девятиосевой MEMS-измерительный модуль (9-DOF IMU), объединяющий триады гироскопов, акселерометров и магнитометров, а также барометрический датчик давления. Чувствительные элементы, схемы их возбуждения и съёма сигнала, датчик температуры, несущая конструкция и встроенное программное обеспечение размещены в едином корпусе.

Сигнальная обработка полностью цифровая. Встроенные алгоритмы выполняют полную температурную компенсацию, компенсацию погрешностей установки измерительных осей (углов выставки) и компенсацию нелинейностей, поэтому модуль выдаёт скорректированные, стабильные и достоверные данные как в статике, так и при динамических нагрузках и в жёстких условиях эксплуатации. Магнитные каналы служат для определения курса, барометрический — для оценки высоты.

Данные передаются по интерфейсу SPI с частотой обновления 2460 Гц. По посадочным размерам, цоколёвке и электрическим характеристикам модуль совместим с серией ADI16488 и устанавливается вместо неё без переработки платы. Габариты — 44 × 47 × 14 мм, масса — 48 ± 2 г, потребляемая мощность — 0,5 Вт.



Общий вид — END-M9020

ОСОБЕННОСТИ

- Триады гироскопов, акселерометров и магнитометров плюс барометрический датчик давления в одном корпусе
- Полная температурная компенсация по всем измерительным каналам
- Компенсация погрешностей установки измерительных осей (углов выставки)
- Компенсация нелинейностей измерительных трактов
- Стабильные и достоверные данные в статике, динамике и жёстких условиях эксплуатации
- Цифровой интерфейс SPI с частотой обновления данных 2460 Гц
- Электрическая и конструктивная совместимость с серией ADI16488 (pin-to-pin)
- Малые габариты и масса: 44 × 47 × 14 мм, 48 ± 2 г

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон гироскопа	**±480 °/с**
Нестабильность смещения нуля	**1 °/ч**
Диапазон акселерометра	**±40 g**
Магнитометр / барометр	**±2,5 Гс / 300…1100 мбар**
Габариты / масса	**44 × 47 × 14 мм / 48 ± 2 г**

Применение. Курсовые системы и системы ориентации (AHRS); Определение курса по магнитному полю и барометрической высоты; Беспилотные летательные и наземные аппараты; Системы стабилизации и наведения; Робототехника и подвижные платформы; Мобильное картографирование и геодезические измерения.

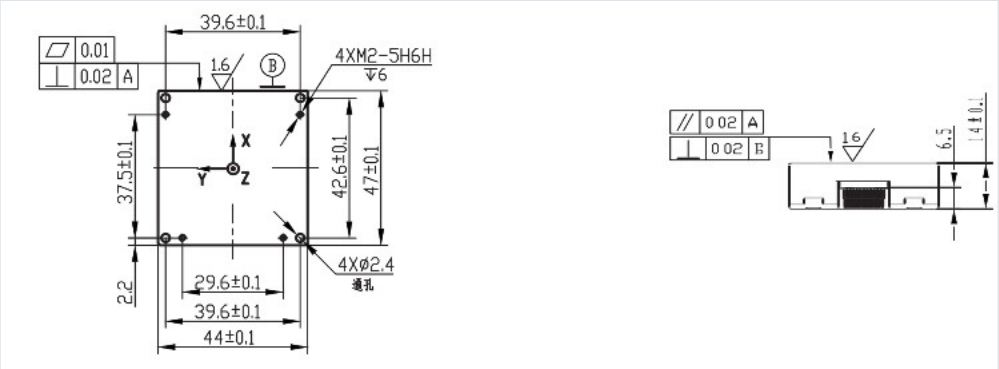
END-M9020 Девятиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль END-M9020

Примечания. Диапазоны измерений гироскопа и акселерометра задаются по требованию заказчика; Полоса пропускания гироскопа (330 Гц) и акселерометра (250 Гц) настраивается; Модуль позиционируется как pin-to-pin аналог серии ADI16488 и заменяет её без переработки системы; Габариты, масса и интерфейс совпадают с END-EX9-2 из каталога, но показатели точности и диапазон акселерометра различаются, поэтому код в analog_in_catalog не указан.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение
Гироскоп: диапазон измерений (по заказу)	°/с	±480
Гироскоп: нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/ч	1
Гироскоп: стабильность смещения нуля (1σ, осреднение 10 с, комнатная температура)	°/ч	8
Гироскоп: повторяемость смещения нуля	°/ч	8
Гироскоп: погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	°/ч	60
Гироскоп: угловой случайный уход	°/√ч	0,2
Гироскоп: чувствительность смещения нуля к ускорению	°/ч/g	20
Гироскоп: полоса пропускания	Гц	330 (настраиваемая)
Гироскоп: нелинейность масштабного коэффициента	ppm	50
Гироскоп: повторяемость масштабного коэффициента	ppm	100
Гироскоп: перекрёстная связь	%	0,2
Акселерометр: диапазон измерений (по заказу)	g	±40
Акселерометр: стабильность смещения нуля (1σ, осреднение 10 с, комнатная температура)	мг	0,1
Акселерометр: повторяемость смещения нуля	мг	0,5
Акселерометр: погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	мг	3
Акселерометр: разрешение	мг	0,1
Акселерометр: полоса пропускания	Гц	250 (настраиваемая)
Акселерометр: нелинейность масштабного коэффициента (±40 g)	ppm	3500
Акселерометр: перекрёстная связь	%	0,1
Магнитометр: динамический диапазон измерений	Гс	±2,5
Магнитометр: чувствительность	мГс/LSB	0,1
Барометр: диапазон давления	мбар	300…1100
Барометр: чувствительность	мбар/LSB	$6{,}1 \times 10^{-7}$
Время готовности	с	1
Частота обновления данных	Гц	2460
Напряжение питания	В	3,3 ± 0,15
Потребляемая мощность	Вт	0,5
Пульсации напряжения питания	мВ	100
Рабочая температура	°C	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+85
Масса	г	48 ± 2
Габаритные размеры	мм	44 × 47 × 14
Интерфейс	—	SPI

ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЁЖ · END-M9020



Габаритный чертёж. Присоединительные и установочные размеры — в миллиметрах.

END-M9030

Девятиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль END-M9030

Гироскопы, акселерометры, магнитометры и барометр; pin-to-pin аналог серии ADIS16495

END-M9030 — девятиосевой MEMS-измерительный модуль (9-DOF IMU), объединяющий триады гироскопов, акселерометров и магнитометров, а также барометрический датчик давления. В едином корпусе размещены чувствительные элементы (MEMS-чипы гироскопов и акселерометров, магнитометр, датчик атмосферного давления), механическая конструкция и встроенное программное обеспечение.

Обработку сигналов выполняют встроенные алгоритмы компенсации: полная температурная компенсация, компенсация погрешностей установки измерительных осей (углов выставки) и компенсация нелинейностей. Благодаря этому модуль выдаёт стабильные, достоверные и скорректированные по погрешностям данные как в статике, так и при динамических нагрузках и в жёстких условиях эксплуатации. Магнитные каналы служат для определения курса, барометрический — для оценки высоты.

Данные передаются по интерфейсу SPI с частотой обновления 2400 Гц. По посадочным размерам, цоколёвке и электрическим характеристикам модуль совместим с серией ADIS16495 и устанавливается вместо неё без переработки платы. Габариты — 44 × 47 × 15 мм, масса — 48 ± 2 г, потребляемая мощность — 1,5 Вт, питание — 3,3 ± 0,15 В.



Общий вид — END-M9030

ОСОБЕННОСТИ

- Триады MEMS-гироскопов и акселерометров, магнитометр и барометрический датчик давления в одном корпусе
- Полная температурная компенсация по всем измерительным каналам
- Компенсация погрешностей установки измерительных осей (углов выставки)
- Компенсация нелинейностей измерительных трактов
- Стабильные и достоверные данные в статике, динамике и жёстких условиях эксплуатации
- Нестабильность смещения нуля гироскопа 0,3 °/ч (по Аллану)
- Цифровой интерфейс SPI с частотой обновления данных 2400 Гц
- Электрическая и конструктивная совместимость с серией ADIS16495 (pin-to-pin)

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон гироскопа	**±480 °/с**
Нестабильность смещения нуля	**0,3 °/ч**
Диапазон акселерометра	**±40 g**
Магнитометр / барометр	**±2,5 Гс / 300…1100 мбар**
Габариты / масса	**44 × 47 × 15 мм / 48 ± 2 г**

Применение. Курсовые системы и системы ориентации (AHRS); Определение курса по магнитному полю и барометрической высоты; Беспилотные летательные и наземные аппараты; Системы стабилизации и наведения; Робототехника и подвижные платформы; Мобильное картографирование и геодезические измерения.

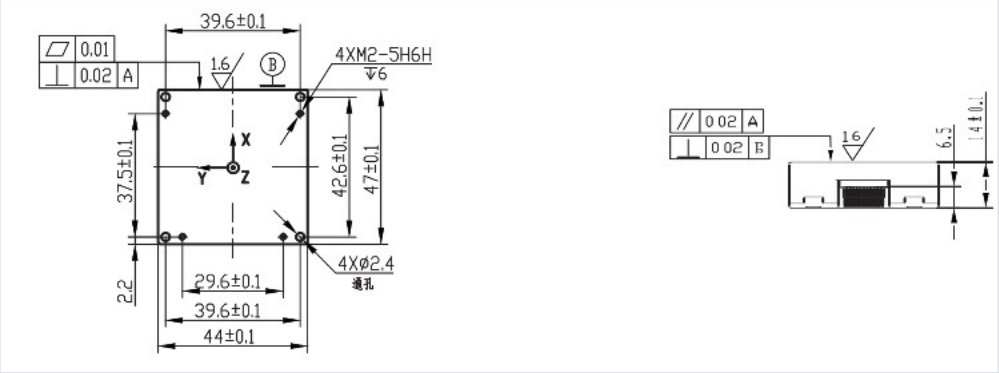
END-M9030 Девятиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль END-M9030

Примечания. Диапазоны измерений гироскопа и акселерометра задаются по требованию заказчика; Полоса пропускания гироскопа 250 Гц указана как значение по умолчанию, полоса акселерометра 250 Гц — настраиваемая; Модуль позиционируется как pin-to-pin аналог серии ADIS16495 (в источнике — «ADI16495») и заменяет её без переработки системы; В таблице параметров габариты указаны как 44 × 47 × 15 мм, а на габаритном чертеже общая высота корпуса — 14 ± 0,1 мм (размер 6,5 мм относится к внутреннему блоку); в JSON приведено значение из таблицы; Ближе всего из каталога END-EX9-3 (те же 44 × 47 × 15 мм, 48 ± 2 г, совпадают показатели точности гироскопа и магнитометра), но у END-M9030 диапазон акселерометра ±40 g вместо ±20 g, частота обновления 2400 вместо 1000 Гц и мощность 1,5 вместо 0,5 Вт, поэтому код в analog_in_catalog не указан.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение
Гироскоп: диапазон измерений (по заказу)	°/с	±480
Гироскоп: нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/ч	0,3
Гироскоп: стабильность смещения нуля (1σ, осреднение 10 с, комнатная температура)	°/ч	3
Гироскоп: повторяемость смещения нуля	°/ч	5
Гироскоп: погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	°/ч	20
Гироскоп: угловой случайный уход	°/√ч	0,15
Гироскоп: чувствительность смещения нуля к ускорению	°/ч/g	2
Гироскоп: полоса пропускания	Гц	250 (по умолчанию)
Гироскоп: нелинейность масштабного коэффициента	ppm	100
Гироскоп: повторяемость масштабного коэффициента	ppm	100
Гироскоп: перекрёстная связь	%	0,1
Акселерометр: диапазон измерений (по заказу)	g	±40
Акселерометр: стабильность смещения нуля (1σ, осреднение 10 с, комнатная температура)	мг	0,1
Акселерометр: повторяемость смещения нуля	мг	0,5
Акселерометр: погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	мг	3
Акселерометр: разрешение	мг	0,1
Акселерометр: полоса пропускания	Гц	250 (настраиваемая)
Акселерометр: нелинейность масштабного коэффициента (±40 g)	ppm	3500
Акселерометр: перекрёстная связь	%	0,1
Магнитометр: динамический диапазон измерений	Гс	±2,5
Магнитометр: чувствительность	мГс/LSB	0,1
Барометр: диапазон давления	мбар	300…1100
Барометр: чувствительность	мбар/LSB	$6{,}1 \times 10^{-7}$
Время готовности	с	1
Частота обновления данных	Гц	2400
Напряжение питания	В	3,3 ± 0,15
Потребляемая мощность	Вт	1,5
Пульсации напряжения питания	мВ	100
Рабочая температура	°C	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+85
Масса	г	48 ± 2
Габаритные размеры	мм	44 × 47 × 15
Интерфейс	—	SPI

ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЁЖ · END-M9030



Габаритный чертёж. Присоединительные и установочные размеры — в миллиметрах.

END-M6010

Шестиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль END-M6010

Одно исполнение, корпус 44 × 47 × 15 мм, pin-to-pin аналог серии ADIS16495

END-M6010 — шестиосевой MEMS-измерительный модуль (6-DOF IMU), объединяющий триады гироскопов и акселерометров и предназначенный для измерения угловой скорости и линейного ускорения по трём взаимно ортогональным осям. В едином корпусе размещены MEMS-чипы гироскопов и акселерометров, механическая конструкция и встроенное программное обеспечение.

Встроенные алгоритмы компенсации включают полную температурную компенсацию, компенсацию погрешностей установки измерительных осей (углов выставки) и компенсацию нелинейностей. Благодаря этому модуль выдаёт стабильные, достоверные и скорректированные по погрешностям данные как в статике, так и при динамических нагрузках и в жёстких условиях эксплуатации.

Данные передаются по интерфейсу SPI с частотой обновления 3200 Гц. Модуль питается от однополярного источника 3,3 ± 0,15 В и потребляет 1,5 Вт; габариты — 44 × 47 × 15 мм, масса — 48 ± 2 г. По посадочным размерам, цоколёвке и электрическим характеристикам модуль совместим с серией ADIS16495 и устанавливается вместо неё без переработки платы.



Общий вид — END-M6010

ОСОБЕННОСТИ

- Триады MEMS-гироскопов и акселерометров в одном корпусе
- Полная температурная компенсация по обоим измерительным каналам
- Компенсация погрешностей установки измерительных осей (углов выставки)
- Компенсация нелинейностей измерительных трактов
- Стабильные и достоверные данные в статике, динамике и жёстких условиях эксплуатации
- Цифровой интерфейс SPI с частотой обновления данных 3200 Гц
- Электрическая и конструктивная совместимость с серией ADIS16495 (pin-to-pin)
- Малые габариты и масса: 44 × 47 × 15 мм, 48 ± 2 г

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон гироскопа	**±480 °/с**
Нестабильность смещения нуля	**0,3 °/ч**
Диапазон акселерометра	**±40 g**
Частота обновления данных	**3200 Гц**
Габариты / масса	**44 × 47 × 15 мм / 48 ± 2 г**

Применение. Инерциальные навигационные системы и системы управления движением; Курсовые системы и системы ориентации (AHRS); Беспилотные летательные и наземные аппараты; Системы стабилизации и наведения; Робототехника и подвижные платформы; Испытательные стенды и средства вибрационной диагностики.

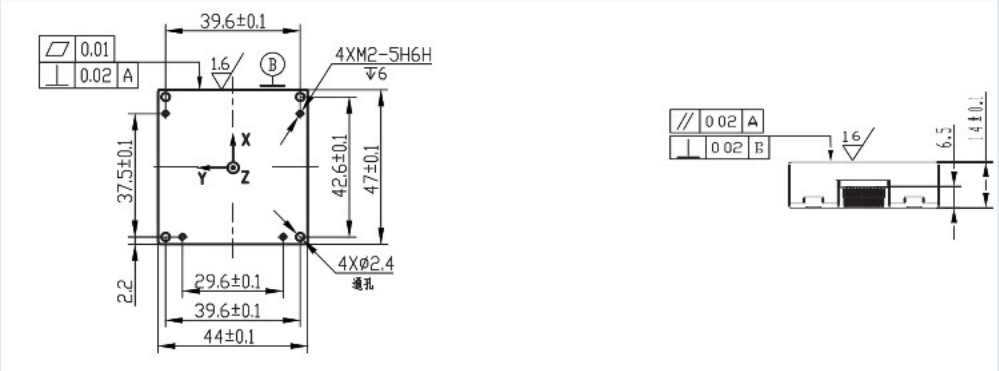
END-M6010 Шестиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль END-M6010

Примечания. Диапазоны измерений гироскопа и акселерометра задаются по требованию заказчика; Полоса пропускания гироскопа и акселерометра 250 Гц настраивается; Модуль позиционируется как pin-to-pin аналог серии ADIS16495 (в источнике обозначение приведено как «ADI16495») и заменяет её без переработки системы; В таблице параметров габариты указаны как 44 × 47 × 15 мм; на габаритном чертеже — 44 ± 0,1 × 47 ± 0,1 мм при толщине корпуса 6,5 мм (без учёта разъёма), крепление — четыре резьбовых отверстия M2-5H6H и четыре отверстия Ø2,4 мм. В JSON приведено значение из таблицы; Ближе всего из каталога END-EX9-1 (тот же корпус 44 × 47 × 15 мм, интерфейс SPI, 3200 Гц, 3,3 В, 1,5 Вт и совпадающие параметры гироскопа), но END-M6010 — шестиосевой модуль без магнитного и барометрического каналов и с диапазоном акселерометра ±40 g вместо ±20 g, поэтому код в analog_in_catalog не указан.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение
Гироскоп: диапазон измерений (по заказу)	°/с	±480
Гироскоп: нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/ч	0,3
Гироскоп: стабильность смещения нуля (1σ, осреднение 10 с, комнатная температура)	°/ч	3
Гироскоп: повторяемость смещения нуля	°/ч	5
Гироскоп: погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	°/ч	20
Гироскоп: угловой случайный уход	°/√ч	0,15
Гироскоп: чувствительность смещения нуля к ускорению	°/ч/g	2
Гироскоп: разрешение	°/ч	2
Гироскоп: полоса пропускания	Гц	250 (настраиваемая)
Гироскоп: нелинейность масштабного коэффициента	ppm	100
Гироскоп: повторяемость масштабного коэффициента	ppm	100
Гироскоп: перекрёстная связь	%	0,1
Акселерометр: диапазон измерений (по заказу)	g	±40
Акселерометр: стабильность смещения нуля (1σ, осреднение 10 с, комнатная температура)	мг	0,1
Акселерометр: повторяемость смещения нуля	мг	0,5
Акселерометр: погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	мг	3
Акселерометр: разрешение	мг	0,1
Акселерометр: полоса пропускания	Гц	250 (настраиваемая)
Акселерометр: нелинейность масштабного коэффициента (±40 g)	ppm	3500
Акселерометр: перекрёстная связь	%	0,1
Время готовности	с	1
Частота обновления данных	Гц	3200
Напряжение питания	В	3,3 ± 0,15
Потребляемая мощность	Вт	1,5
Пульсации напряжения питания	мВ	100
Рабочая температура	°C	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+85
Масса	г	48 ± 2
Габаритные размеры	мм	44 × 47 × 15
Интерфейс	—	SPI

ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЁЖ · END-M6010



Габаритный чертёж. Присоединительные и установочные размеры — в миллиметрах.

END-M6040

Шестиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль END-M6040

Три исполнения (базовое, A, C), корпус 44,8 × 38,6 × 20 мм, pin-to-pin аналог STIM300

END-M6040 — шестиосевой MEMS-измерительный модуль (6-DOF IMU) для измерения угловой скорости и линейного ускорения по трём взаимно ортогональным осям. В его состав входят MEMS-чипы гироскопов и акселерометров, датчик температуры, цифровые схемы обработки сигнала, механическая конструкция и встроенное программное обеспечение; соединения выполнены по гибкой технологии.

Встроенные алгоритмы компенсации включают полную температурную компенсацию, компенсацию погрешностей установки измерительных осей (углов выставки) и компенсацию нелинейностей. Благодаря этому модуль выдаёт стабильные, достоверные и скорректированные по погрешностям данные как в статике, так и при динамических нагрузках и в жёстких условиях эксплуатации.

Модуль выпускается в трёх исполнениях — базовом, A и C, которые различаются диапазоном измерений (±400, ±400 и ±2000 °/c) и точностными параметрами каналов. Данные выдаются по интерфейсу RS-422 с частотой обновления 1000 Гц; питание — 5 ± 0,5 В, потребляемая мощность — 1,5 Вт. Габариты — 44,8 × 38,6 × 20 мм, масса — 55 ± 5 г. По посадочным размерам и разъёму модуль совместим (pin-to-pin) с изделиями серии STIM300.



Общий вид — END-M6040

ОСОБЕННОСТИ

- Триады MEMS-гироскопов и акселерометров в одном корпусе
- Три исполнения — базовое, A и C — с диапазоном гироскопа от ±400 до ±2000 °/c
- Полная температурная компенсация по обоим измерительным каналам
- Компенсация погрешностей установки измерительных осей (углов выставки)
- Компенсация нелинейностей измерительных трактов
- Стабильные и достоверные данные в статике, динамике и жёстких условиях эксплуатации
- Цифровой интерфейс RS-422 с частотой обновления данных 1000 Гц
- Электрическая и конструктивная совместимость с серией STIM300 (pin-to-pin)

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон гироскопа	**±400 °/c (тип C — ±2000 °/c)**
Нестабильность смещения нуля	**0,1…1 °/ч**
Диапазон акселерометра	**±40 g**
Частота обновления данных	**1000 Гц**
Габариты / масса	**44,8 × 38,6 × 20 мм / 55 ± 5 г**

Применение. Инерциальные навигационные системы и системы управления движением; Курсовые системы и системы ориентации (AHRS); Беспилотные летательные и наземные аппараты; Системы стабилизации и наведения оптико-электронных постов; Робототехника и подвижные платформы; Испытательные стенды и средства вибрационной диагностики.

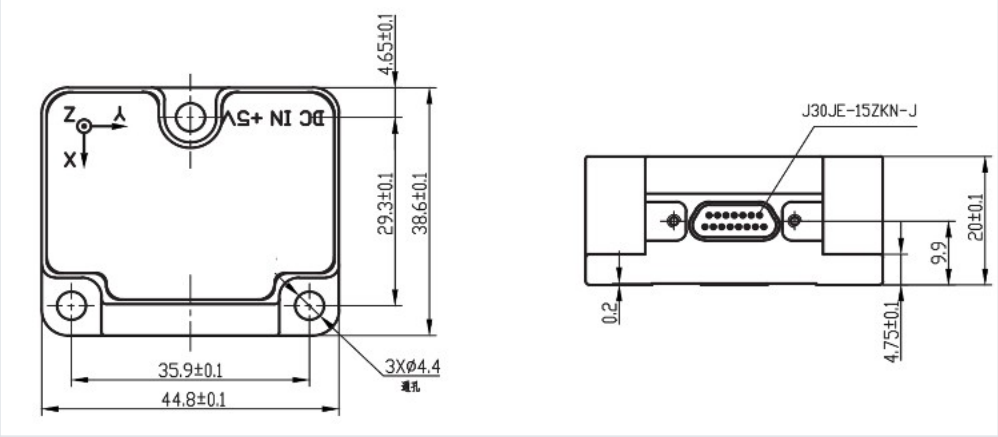
END-M6040 Шестиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль END-M6040

Примечания. Диапазоны измерений гироскопа и акселерометра задаются по требованию заказчика; Полоса пропускания гироскопа и акселерометра 250 Гц настраивается и одинакова для всех трёх исполнений; В таблице источник объединяет ячейки для полосы пропускания, нелинейности и повторяемости масштабного коэффициента, перекрёстной связи, а также для параметров акселерометра и прочих характеристик — значения продублированы по всем исполнениям; Исполнение A отличается улучшенными точностными параметрами гироскопа, исполнение C — расширенным диапазоном ±2000 °/с и повышенным смещением нуля; Модуль совместим по посадочным размерам и разъёму (pin-to-pin) с изделиями серии STIM300; В таблице параметров габариты указаны как 44,8 × 38,6 × 20 мм; на габаритном чертеже — 44,8 ± 0,1 × 38,6 ± 0,1 × 20 ± 0,1 мм, крепление — три отверстия Ø4,4 мм, разъём J30J-15ZKN-J; Ближе всего из каталога END-EX6-4 (тот же корпус 44,8 × 38,6 × 20 мм, масса 55 ± 5 г, интерфейс RS-422, питание 5 ± 0,5 В, 1000 Гц, совместимость со STIM300), но у END-M6040 фиксированный диапазон акселерометра ±40 g, полоса пропускания 250 Гц вместо 125 Гц, иные смещение нуля (30/20/50 °/ч) и нелинейность масштабного коэффициента акселерометра (3500 ppm вместо 500 ppm), поэтому код в analog_in_catalog не указан.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение	Тип A	Тип C
Гироскоп: диапазон измерений (по заказу)	°/с	±400	±400	±2000
Гироскоп: смещение нуля	°/ч	30	20	50
Гироскоп: нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/ч	0,3	0,1	1
Гироскоп: стабильность смещения нуля (1σ, осреднение 10 с, комнатная температура)	°/ч	3	2	6
Гироскоп: повторяемость смещения нуля	°/ч	3	1	3
Гироскоп: погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	°/ч	20	10	30
Гироскоп: угловой случайный уход	°/√ч	0,15	0,05	0,3
Гироскоп: чувствительность смещения нуля к ускорению	°/ч/g	2	2	2
Гироскоп: разрешение	°/ч	2	1	5
Гироскоп: выходной шум (полупиковое значение)	°/с	0,3	0,25	0,45
Гироскоп: полоса пропускания	Гц	250 (настраиваемая)	250 (настраиваемая)	250 (настраиваемая)
Гироскоп: нелинейность масштабного коэффициента	ppm	100	100	100
Гироскоп: повторяемость масштабного коэффициента	ppm	100	100	100
Гироскоп: перекрёстная связь	%	0,1	0,1	0,1
Акселерометр: диапазон измерений (по заказу)	g	±40	±40	±40
Акселерометр: стабильность смещения нуля (1σ, осреднение 10 с, комнатная температура)	мг	0,1	0,1	0,1
Акселерометр: повторяемость смещения нуля	мг	0,5	0,5	0,5
Акселерометр: погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	мг	3	3	3
Акселерометр: разрешение	мг	0,1	0,1	0,1
Акселерометр: полоса пропускания	Гц	250 (настраиваемая)	250 (настраиваемая)	250 (настраиваемая)
Акселерометр: нелинейность масштабного коэффициента (±40 g)	ppm	3500	3500	3500
Акселерометр: перекрёстная связь	%	0,1	0,1	0,1
Время готовности	с	1	1	1
Частота обновления данных	Гц	1000	1000	1000
Напряжение питания	В	5 ± 0,5	5 ± 0,5	5 ± 0,5
Потребляемая мощность	Вт	1,5	1,5	1,5
Пульсации напряжения питания	мВ	100	100	100
Рабочая температура	°C	−45…+85	−45…+85	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+105	−55…+105	−55…+105
Масса	г	55 ± 5	55 ± 5	55 ± 5
Габаритные размеры	мм	44,8 × 38,6 × 20	44,8 × 38,6 × 20	44,8 × 38,6 × 20
Интерфейс	—	RS-422	RS-422	RS-422

ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЁЖ · END-M6040



Габаритный чертёж. Присоединительные и установочные размеры — в миллиметрах.

END-M6060

Шестиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль END-M6060

Три исполнения (базовое, A, C), pin-to-pin аналог серии Honeywell HG4930

END-M6060 — шестиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль (6-DOF IMU), измеряющий угловые скорости и линейные ускорения по трём взаимно ортогональным осям. В едином корпусе объединены MEMS-гироскоп, MEMS-акселерометр, датчик температуры, схема цифровой обработки сигналов, механическая конструкция и встроенное программное обеспечение.

Чувствительные элементы соединены с корпусом по технологии гибких связей, а встроенные алгоритмы выполняют полную температурную компенсацию, компенсацию погрешностей установки измерительных осей (углов выставки) и компенсацию нелинейностей. Благодаря этому модуль выдаёт скорректированные, стабильные и достоверные данные как в статике, так и при динамических нагрузках и в жёстких условиях эксплуатации.

Данные передаются по последовательному интерфейсу RS-422 с частотой обновления 600 Гц. Модуль выпускается в трёх исполнениях, различающихся диапазоном и точностью гироскопического канала: базовое и A — ±400 °/с, C — ±2000 °/с. По посадочным размерам, разъёму и электрическим характеристикам изделие совместимо с серией Honeywell HG4930 и устанавливается вместо неё без переработки конструкции. Габариты — Ø64,78 × 35,6 мм, масса — 120 г, питание — 5 ± 0,5 В, потребляемая мощность — 2 Вт.



Общий вид — END-M6060

ОСОБЕННОСТИ

- MEMS-гироскоп и MEMS-акселерометр с датчиком температуры, цифровой обработкой сигнала и встроенным программным обеспечением в одном корпусе
- Гибкие связи чувствительных элементов с корпусом (flexible interconnection)
- Полная температурная компенсация по всем измерительным каналам
- Компенсация погрешностей установки измерительных осей (углов выставки)
- Компенсация нелинейностей измерительных трактов
- Стабильные и достоверные данные в статике, динамике и жёстких условиях эксплуатации
- Цифровой интерфейс RS-422 с частотой обновления данных 600 Гц
- Конструктивная совместимость с серией Honeywell HG4930 (pin-to-pin, замена без переработки)

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон гироскопа	**±400 °/с (C — ±2000 °/с)**
Смещение нуля гироскопа	**30 °/ч (A — 20, C — 50)**
Нестабильность смещения нуля	**0,3 °/ч (A — 0,1, C — 1)**
Диапазон акселерометра	**±40 g**
Габариты / масса	**Ø64,78 × 35,6 мм / 120 г**

Применение. Инерциальные навигационные системы и системы управления движением; Курсовые системы и системы определения пространственной ориентации; Стабилизация и наведение оптико-электронных и антенных постов; Беспилотные летательные аппараты и наземные робототехнические комплексы; Испытательные стенды и средства вибрационной диагностики.

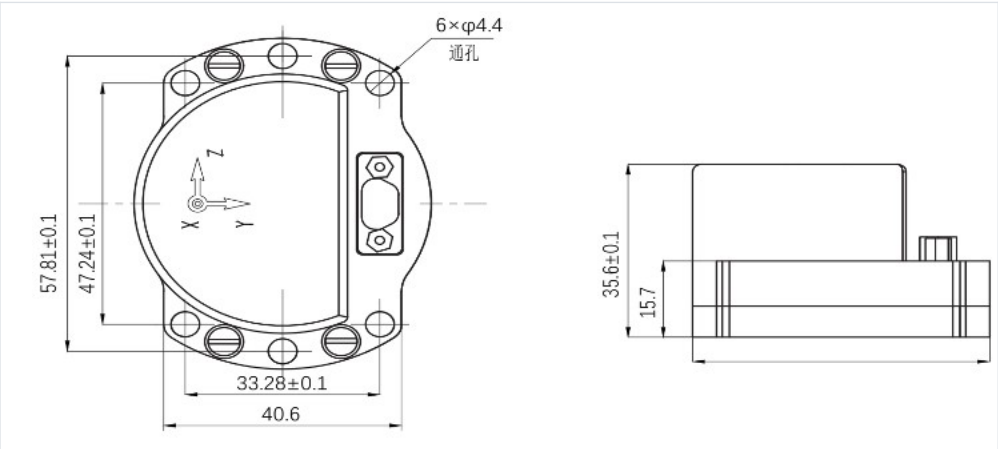
END-M6060 Шестиосевой MEMS-инерциальный измерительный модуль END-M6060

Примечания. Значения в таблице приведены как типичные (в заголовке источника — «Parameter (Typical Value)»); Диапазоны измерений гироскопа и акселерометра задаются по требованию заказчика; полоса пропускания 250 Гц у обоих каналов настраиваемая; В источнике параметры акселерометра (диапазон ±40 g, стабильность 0,1 мг, полоса 250 Гц) приведены одной объединённой ячейкой для всех трёх исполнений — в таблице значение продублировано; Исполнение C отличается расширенным диапазоном гироскопа (±2000 °/c) при худших смещении нуля и нестабильности; тип A — наименьшее смещение нуля (20 °/ч) и нестабильность 0,1 °/ч; Модуль позиционируется как pin-to-pin аналог серии Honeywell HG4930 и заменяет её без переработки системы; Габариты из таблицы (Ø64,78 × 35,6 мм) согласуются с чертежом: Ø64,78 мм — диаметр по наружной дуге фланца (R32,39), общая длина — 57,81 ± 0,1 мм, ширина — 47,24 ± 0,1 мм, высота корпуса — 35,6 ± 0,1 мм; крепление — 6 отверстий Ø4,4 мм; Соответствует выпускаемому END-EX6-6: те же корпус Ø64,78 × 35,6 мм, масса 120 г, интерфейс RS-422, частота обновления 600 Гц, питание 5 ± 0,5 В, мощность 2 Вт и совпадающие параметры гироскопа для базового исполнения, A и C; отличия — канал акселерометра (в каталоге ±10/±30/±80 g и полоса 125 Гц, в руководстве единый ±40 g и 250 Гц) и число исполнений (в руководстве три из пяти каталожных).

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение	Тип A	Тип C
Гироскоп: диапазон измерений (по заказу)	°/c	±400	±400	±2000
Гироскоп: смещение нуля	°/ч	30	20	50
Гироскоп: нестабильность смещения нуля (по Аллану)	°/ч	0,3	0,1	1
Гироскоп: стабильность смещения нуля (1σ, осреднение 10 с, комнатная температура)	°/ч	3	2	6
Гироскоп: повторяемость смещения нуля	°/ч	3	1	3
Гироскоп: погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	°/ч	20	10	30
Гироскоп: угловой случайный уход	°/√ч	0,15	0,05	0,3
Гироскоп: чувствительность смещения нуля к ускорению	°/ч/g	2	2	2
Гироскоп: разрешение	°/ч	2	1	5
Гироскоп: выходной шум (полупиковое значение)	°/c	0,3	0,25	0,45
Гироскоп: полоса пропускания	Гц	250 (настраиваемая)	250 (настраиваемая)	250 (настраиваемая)
Гироскоп: нелинейность масштабного коэффициента	ppm	100	100	100
Гироскоп: повторяемость масштабного коэффициента	ppm	100	100	100
Гироскоп: перекрёстная связь	%	0,1	0,1	0,1
Акселерометр: диапазон измерений (по заказу)	g	±40	±40	±40
Акселерометр: стабильность смещения нуля (1σ, осреднение 10 с, комнатная температура)	мг	0,1	0,1	0,1
Акселерометр: повторяемость смещения нуля	мг	0,5	0,5	0,5
Акселерометр: погрешность смещения нуля во всём диапазоне температур	мг	3	3	3
Акселерометр: разрешение	мг	0,1	0,1	0,1
Акселерометр: полоса пропускания	Гц	250 (настраиваемая)	250 (настраиваемая)	250 (настраиваемая)
Акселерометр: нелинейность масштабного коэффициента (±40 g)	ppm	3500	3500	3500
Акселерометр: перекрёстная связь	%	0,1	0,1	0,1
Время готовности	с	1	1	1
Частота обновления данных	Гц	600	600	600
Напряжение питания	В	5 ± 0,5	5 ± 0,5	5 ± 0,5
Потребляемая мощность	Вт	2	2	2
Пульсации напряжения питания	мВ	100	100	100
Рабочая температура	°C	−45…+85	−45…+85	−45…+85
Температура хранения	°C	−55…+105	−55…+105	−55…+105
Масса	г	120	120	120
Габаритные размеры	мм	Ø64,78 × 35,6	Ø64,78 × 35,6	Ø64,78 × 35,6
Интерфейс	—	RS-422	RS-422	RS-422

ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЁЖ · END-M6060



Габаритный чертёж. Присоединительные и установочные размеры — в миллиметрах.

04

Курсовые системы и интегрированные INS/GNSS

11 МОДЕЛЕЙ В РАЗДЕЛЕ

Семейство объединяет курсовые системы (AHRS), определяющие углы ориентации по данным инерциальных датчиков и магнитометров, и интегрированные навигационные системы, в которых инерциальное решение комплексируется с GNSS. Реализованы слабо- и сильносвязанные схемы, одно- и двухантенные приёмники, режимы работы при кратковременной потере спутникового сигнала и исполнения для подводных и подвесных применений.

Как выбирать

Если требуется только ориентация — выбирайте END-EX7-12, END-EX6-7-A, END-EX9-x-A. Если нужны координаты и скорость — END-EX8-3D и END-EX8-20D (две антенны, курс без движения), END-EX8-4N (одна антенна, компактный корпус), END-EX8-11 (для гиростабилизированных подвесов), END-EX7-4 (подводное исполнение, 8,9 МПа).

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА РАЗДЕЛА

Модель	Курс	Ориентация	Позиционирование	Габариты / масса
END-EX8-11	0,1° (RMS)	0,05° (RMS)	1,5 м по горизонтали / 3 м по высоте	44,8 × 38,6 × 20 мм / 55 г
END-EX8-20D	0,1° (база 2 м)	—	1,5 м; RTK — 0,8 см + 1 ppm	88 × 68 × 46,5 мм / ≤ 300 г
END-EX8-4N	0,2°	—	1,5 м; RTK — 0,8 см + 1 ppm	45 × 46 × 24 мм / 55 г
END-EX8-3D	0,1° (база 2 м)	—	1,5 м; RTK — 0,8 см + 1 ppm	143,8 × 154 × 49 мм / ≤ 1200 г
END-EX9-2-A	1,5 °/ч (при начальном значении 0°)	0,2° статика / 0,3° динамика	—	47 × 44 × 14 мм / 50 г
END-EX9-3-A	1 °/ч (при начальном значении 0°)	0,1° статика / 0,2° динамика	—	47 × 44 × 14 мм / 50 г
END-EX9-1-A	0,8 °	0,2 °	—	Ø34 × 88 мм / 145 г
END-EX7-12	0,8 °	0,2 °	—	Ø34 × 88 мм / 145 г
END-EX7-4	0,8 °	0,2 °	—	Ø34 × 88 мм / 145 г
END-EX6-27A	20 °/h	0,1 ° (статика) / 0,2 ° (динамика)	—	54 × 54 × 25 мм / 80 г
END-EX6-7-A	72 °/h	0,2 ° (статика) / 0,3 ° (динамика)	—	22 × 20 × 10,2 мм / 12 г

END-EX8-11

Интегрированная навигационная система для подвеса END-EX8-11

Модуль для гироплатформы: передача выставки при вращении, курс 0,1°

END-EX8-11 — интегрированный навигационный модуль, предназначенный для установки внутрь гиростабилизированной платформы (подвеса) и работы совместно с бортовой основной ИНС и приёмником GNSS. Измерительное ядро построено на MEMS-инерциальном модуле, который перемещается вместе с рамкой подвеса.

Модуль принимает от основной ИНС, GNSS и датчиков углов рамки исходные данные и поддерживает передачу выставки (transfer alignment) при непрерывном вращении подвеса. Взаимное рассогласование нулей основной ИНС и рамки подвеса компенсируется в реальном времени, поэтому отдельная процедура механической выставки не требуется.

После перехода в навигационный режим прибор автоматически калибрует связь MEMS-ИНС с углами рамки, выполняет развязку (декуплирование) рамки и выдаёт в требуемом формате информацию об ориентации внутреннего и внешнего основания. Навигационные данные обновляются с частотой 200 Гц, данные гироскопа — 4000 Гц, что достаточно для контуров стабилизации.



Общий вид — END-EX8-11

ОСОБЕННОСТИ

- Поддержка передачи выставки при непрерывном вращении подвеса
- Онлайн-компенсация взаимного рассогласования нулей основной ИНС и рамки подвеса
- Автоматическая калибровка связи MEMS-ИНС с углами рамки после перехода в навигационный режим
- Развязка (декуплирование) рамки и выдача ориентации внутреннего и внешнего основания
- Работа по данным бортовой основной ИНС, GNSS и датчиков углов рамки
- Выдача навигационных данных с частотой 200 Гц и данных гироскопа с частотой 4000 Гц
- Малые габариты и масса: 44,8 × 38,6 × 20 мм, 55 г

Применение. Гиростабилизированные платформы и подвесы оптико-электронных систем; Обзорно-поисковые и прицельные системы воздушных носителей; Комплексирование с бортовой основной ИНС по схеме передачи выставки; Контуры стабилизации и наведения на подвижных носителях; Беспилотные летательные аппараты с подвесной аппаратурой.

Примечания. Модуль устанавливается внутрь подвеса и перемещается вместе с его рамкой; Режим передачи выставки сохраняется при непрерывном вращении подвеса; Точность курса и углов ориентации указана для однородного магнитного поля (RMS).

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Значение
Режим работы интегрированной системы	—	Информация для передачи выставки поступает от бортовой основной ИНС
Точность курса (однородное магнитное поле, RMS)	°	0,1
Точность углов тангажа и крена (однородное магнитное поле, RMS)	°	0,05
Точность позиционирования по горизонтали (RMS)	м	1,5
Точность по высоте (RMS)	м	3
Точность скорости (RMS)	м/с	0,2
Диапазон гироскопа	°/с	±400
Стабильность смещения нуля гироскопа (сглаживание 10 с, 1σ, 25 °C)	°/ч	1
Повторяемость смещения нуля гироскопа	°/ч	0,5
Диапазон акселерометра	g	±10
Стабильность смещения нуля акселерометра (сглаживание 10 с, RMS, 25 °C)	мг	0,05
Повторяемость смещения нуля акселерометра	мг	0,2
Частота обновления данных	Гц	200 (навигационные данные) / 4000 (данные гироскопа)
Интерфейс	—	1 канал RS-422 (вывод навигационных данных); 1 канал RS-422 (вывод высокочастотных данных гироскопа); 1 канал RS-422 (вход передачи выставки); 1 вход PPS
Габаритные размеры	мм	44,8 × 38,6 × 20
Масса	г	55

END-EX8-20D

Интегрированная навигационная система INS/GNSS END-EX8-20D

Две антенны GNSS, четыре исполнения, сантиметровая точность в RTK

END-EX8-20D — интегрированная навигационная система, объединяющая MEMS-инерциальный измерительный модуль и приёмник GNSS с двумя антеннами. Система в реальном времени измеряет и выдаёт положение, скорость, углы ориентации и курс носителя.

В приборе реализованы температурная компенсация погрешностей MEMS-датчиков, системная автокалибровка и компенсация инструментальных ошибок, компенсация задержки выдачи курса от двух антенн и комплексирование курса, тесно связанный (tightly coupled) фильтр INS/GNSS с последовательной обработкой измерений, а также онлайн-компенсация неортогональности осей измерительного модуля.

Курс формируется по измерениям двух разнесённых антенн GNSS с базой около 2 м и не требует движения носителя. В режиме RTK достижима сантиметровая точность позиционирования, а для повышения устойчивости решения при кратковременном пропадании спутникового сигнала допускается подключение внешнего датчика скорости колёс.



Общий вид — END-EX8-20D

ОСОБЕННОСТИ

- Тесно связанное (tightly coupled) комплексирование INS/GNSS
- Сантиметровая точность позиционирования в режиме RTK
- Системная калибровка и компенсация инструментальных погрешностей
- Температурная компенсация погрешностей MEMS-датчиков
- Курс по двум антеннам GNSS с компенсацией задержки выдачи
- Онлайн-компенсация неортогональности осей измерительного модуля
- Возможность подключения внешнего датчика скорости колёс

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Точность курса	**0,1° (база 2 м)**
Точность позиционирования	**1,5 м; RTK — 0,8 см + 1 ppm**
Точность скорости	**0,1 м/с**
Частота обновления	**100 Гц**
Габариты / масса	**88 × 68 × 46,5 мм / ≤ 300 г**

Применение. Навигация наземных подвижных объектов и автомобильного транспорта; Беспилотные платформы, робототехника и автоматизированный транспорт; Воздушные и морские носители; Системы стабилизации и наведения; Геодезические и картографические съёмки; Мониторинг транспорта и диспетчеризация.

END-EX8-20D Интегрированная навигационная система INS/GNSS END-EX8-20D

Примечания. Точность курса 0,1° обеспечивается при базе между антеннами 2 м; Значения 1,5 м и 3 м относятся к режиму «точка»; в режиме RTK точность составляет 0,8 см + 1 ppm; Частота обновления данных 100 Гц может быть изменена по заказу; Допускается подключение внешнего датчика скорости колёс; Исполнения F1—F4 различаются точностными характеристиками; остальные параметры одинаковы.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	END-EX8-20D-F1	END-EX8-20D-F2	END-EX8-20D-F3	END-EX8-20D-F4
Точность курса (RMS)	°	0,1 (база 2 м)	0,1 (база 2 м)	0,1 (база 2 м)	0,1 (база 2 м)
Точность углов тангажа и крена (RMS)	°	0,2	0,1	0,08	0,05
Точность позиционирования по горизонтали (RMS)	м	1,5 (режим «точка»; RTK: 0,8 см + 1 ppm)	1,5 (режим «точка»; RTK: 0,8 см + 1 ppm)	1,5 (режим «точка»; RTK: 0,8 см + 1 ppm)	1,5 (режим «точка»; RTK: 0,8 см + 1 ppm)
Точность по высоте (RMS)	м	3 (режим «точка»; RTK: 0,8 см + 1 ppm)	3 (режим «точка»; RTK: 0,8 см + 1 ppm)	3 (режим «точка»; RTK: 0,8 см + 1 ppm)	3 (режим «точка»; RTK: 0,8 см + 1 ppm)
Точность скорости (RMS)	м/с	0,1	0,1	0,1	0,1
Диапазон гироскопа	°/с	±400	±400	±400	±400
Стабильность смещения нуля гироскопа (сглаживание 10 с, 1σ, 25 °C)	°/ч	10	3	2	0,4
Изменение смещения нуля гироскопа во всём диапазоне температур (сглаживание 10 с, RMS)	°/ч	60	20	10	2
Повторяемость смещения нуля гироскопа	°/ч	20	3	1	0,3
Угловой случайный уход гироскопа	°/√ч	0,5	0,15	0,05	0,02
Перекрёстная связь гироскопа	%	0,2	0,1	0,1	0,1
Диапазон акселерометра	g	±10	±10	±10	±10
Стабильность смещения нуля акселерометра (сглаживание 10 с, RMS, 25 °C)	мг	0,05	0,05	0,05	0,05
Изменение смещения нуля акселерометра во всём диапазоне температур (сглаживание 10 с, RMS)	мг	2	2	2	2
Повторяемость смещения нуля акселерометра	мг	0,2	0,2	0,2	0,2
Перекрёстная связь акселерометра	%	0,1	0,1	0,1	0,1
Принимаемые сигналы GNSS	—	BDS: B1, B2, B3, B1C, B2a; GPS: L1C/A, L1C, L2P(W), L2C, L5; GLONASS: L1, L2; Galileo: E1, E5a, E5b; QZSS: L1, L2, L5	BDS: B1, B2, B3, B1C, B2a; GPS: L1C/A, L1C, L2P(W), L2C, L5; GLONASS: L1, L2; Galileo: E1, E5a, E5b; QZSS: L1, L2, L5	BDS: B1, B2, B3, B1C, B2a; GPS: L1C/A, L1C, L2P(W), L2C, L5; GLONASS: L1, L2; Galileo: E1, E5a, E5b; QZSS: L1, L2, L5	BDS: B1, B2, B3, B1C, B2a; GPS: L1C/A, L1C, L2P(W), L2C, L5; GLONASS: L1, L2; Galileo: E1, E5a, E5b; QZSS: L1, L2, L5
Холодный старт	с	20	20	20	20
Частота обновления данных	Гц	100 (по заказу)	100 (по заказу)	100 (по заказу)	100 (по заказу)
Напряжение питания	В	9…36	9…36	9…36	9…36
Потребляемая мощность	Вт	≤ 8	≤ 8	≤ 8	≤ 8
Рабочая температура	°C	−40…+80	−40…+80	−40…+80	−40…+80
Габаритные размеры	мм	88 × 68 × 46,5	88 × 68 × 46,5	88 × 68 × 46,5	88 × 68 × 46,5
Масса	г	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300
Интерфейс	—	2 канала RS-422/RS-232 (вывод навигационных данных); 1 канал RS-232 (дифференциальный выход); 1 канал PPS (выход); 1 канал CAN	2 канала RS-422/RS-232 (вывод навигационных данных); 1 канал RS-232 (дифференциальный выход); 1 канал PPS (выход); 1 канал CAN	2 канала RS-422/RS-232 (вывод навигационных данных); 1 канал RS-232 (дифференциальный выход); 1 канал PPS (выход); 1 канал CAN	2 канала RS-422/RS-232 (вывод навигационных данных); 1 канал RS-232 (дифференциальный выход); 1 канал PPS (выход); 1 канал CAN

END-EX8-4N

Интегрированная навигационная система INS/GNSS END-EX8-4N

Одна антенна GNSS, магнитометр и барометр; аналог SBG Ellipse-N

END-EX8-4N — интегрированная навигационная система, построенная на MEMS-инерциальном измерительном модуле, магнитометре, барометре и одноантенном приёмнике GNSS. Прибор измеряет и выдаёт скорость, положение, углы ориентации, угловые скорости и ускорения носителя.

Комплексирование INS/GNSS выполняется по собственному алгоритму производителя с применением температурной компенсации погрешностей MEMS-датчиков, системной автокалибровки и компенсации инструментальных ошибок. Курс в режиме курсовой системы (AHRS) формируется по магнитометру с компенсацией наклона, что позволяет работать без движения носителя.

Прибор совместим с продуктами серии SBG Ellipse-N, поэтому может устанавливаться на уже существующие платформы без переработки посадочных мест и протоколов обмена. Собственное потребление составляет 1 Вт, масса — 55 г.



Общий вид — END-EX8-4N

ОСОБЕННОСТИ

- Собственный алгоритм комплексирования INS/GNSS
- Температурная компенсация погрешностей MEMS-датчиков
- Системная автокалибровка и компенсация инструментальных погрешностей
- Триада чувствительных элементов: ИМУ, магнитометр, барометр и приёмник GNSS
- Совместимость с продуктами серии SBG Ellipse-N
- Малые габариты и масса: 45 × 46 × 24 мм, 55 г
- Низкое энергопотребление — 1 Вт

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Точность курса (GNSS, автомобильный режим)	**0,2°**
Точность курса (режим AHRS)	**1°**
Точность позиционирования	**1,5 м; RTK — 0,8 см + 1 ppm**
Частота обновления	**100 Гц**
Габариты / масса	**45 × 46 × 24 мм / 55 г**

Применение. Навигация и определение ориентации наземных подвижных объектов; Беспилотные летательные аппараты и малые платформы; Стабилизация и наведение оптико-электронных систем; Маломерные морские и речные суда; Робототехника и автоматизированный транспорт; Геодезия, съёмка и картографирование.

END-EX8-4N Интегрированная навигационная система INS/GNSS END-EX8-4N

Примечания. Значения точности курса и углов тангажа/крена приведены отдельно для авиационного (морского) и автомобильного применения; Значения 1,5 м и 3 м относятся к режиму «точка»; в режиме RTK точность составляет 0,8 см + 1 ppm; Частота обновления данных 100 Гц может быть изменена по заказу; Прибор совместим с продуктами серии SBG Ellipse-N.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение
Точность курса, авиационное и морское применение (RMS)	°	0,5
Точность курса, автомобильное применение (RMS)	°	0,2
Точность курса в режиме AHRS при однородном магнитном поле (RMS)	°	1
Точность углов тангажа и крена, авиационное и морское применение (RMS)	°	0,2
Точность углов тангажа и крена, автомобильное применение (RMS)	°	0,15
Точность позиционирования по горизонтали (RMS)	м	1,5 (режим «точка»; RTK: 0,8 см + 1 ppm)
Точность по высоте (RMS)	м	3 (режим «точка»; RTK: 0,8 см + 1 ppm)
Точность скорости (RMS)	м/с	0,2
Диапазон гироскопа	°/с	±500
Стабильность смещения нуля гироскопа (сглаживание 10 с, 1σ, 25 °C)	°/ч	10
Изменение смещения нуля гироскопа во всём диапазоне температур (сглаживание 10 с, RMS)	°/ч	60
Повторяемость смещения нуля гироскопа	°/ч	20
Угловой случайный уход гироскопа	°/√ч	0,5
Перекрёстная связь гироскопа	%	0,2
Диапазон акселерометра	g	±10
Стабильность смещения нуля акселерометра (сглаживание 10 с, RMS, 25 °C)	мг	0,05
Изменение смещения нуля акселерометра во всём диапазоне температур (сглаживание 10 с, RMS)	мг	2
Повторяемость смещения нуля акселерометра	мг	0,2
Перекрёстная связь акселерометра	%	0,1
Диапазон магнитометра	Гс	±2,5
Чувствительность магнитометра	мГс/МЗР	0,1
Диапазон измерения давления	мбар	300…1100
Относительная погрешность барометра	мбар	2,5
Принимаемые сигналы GNSS	—	BDS: B1, B2, B3, B1C, B2a; GPS: L1C/A, L1C, L2P(W), L2C, L5; GLONASS: L1, L2; Galileo: E1, E5a, E5b; QZSS: L1, L2, L5
Холодный старт	с	20
Частота обновления данных	Гц	100 (по заказу)
Напряжение питания	В	5…30
Потребляемая мощность	Вт	1
Рабочая температура	°C	−45…+80
Габаритные размеры	мм	45 × 46 × 24
Масса	г	55
Интерфейс	—	1 канал RS-422/RS-232 (вывод навигационных данных); 1 канал RS-232 (дифференциальный вход); 1 канал PPS (выход)

END-EX8-3D

Интегрированная навигационная система INS/GNSS END-EX8-3D

Две антенны GNSS, четыре исполнения, корпус 143,8 × 154 × 49 мм

END-EX8-3D — интегрированная навигационная система на базе MEMS-инерциального измерительного модуля и приёмника GNSS с двумя антеннами. Система в реальном времени измеряет и выдаёт положение, скорость, углы ориентации и курс носителя.

В приборе применены температурная компенсация погрешностей MEMS-датчиков, системная автокалибровка и компенсация инструментальных ошибок, компенсация задержки выдачи курса от двух антенн и комплексирование курса, тесно связанный (tightly coupled) фильтр INS/GNSS с последовательной обработкой измерений, а также онлайн-компенсация неортогональности осей измерительного модуля.

Курс определяется по двум разнесённым антеннам GNSS с базой около 2 м, поэтому не зависит от движения носителя; в режиме RTK достигается сантиметровая точность позиционирования. Для работы при кратковременном пропадании спутникового сигнала может подключаться внешний датчик скорости колёс. Корпус имеет габариты 143,8 × 154 × 49 мм, масса прибора — до 1200 г.



Общий вид — END-EX8-3D

ОСОБЕННОСТИ

- Тесно связанное (tightly coupled) комплексирование INS/GNSS
- Сантиметровая точность позиционирования в режиме RTK
- Системная калибровка и компенсация инструментальных погрешностей
- Температурная компенсация погрешностей MEMS-датчиков
- Курс по двум антеннам GNSS с компенсацией задержки выдачи
- Онлайн-компенсация неортогональности осей измерительного модуля
- Возможность подключения внешнего датчика скорости колёс

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Точность курса	**0,1° (база 2 м)**
Точность позиционирования	**1,5 м; RTK — 0,8 см + 1 ppm**
Точность скорости	**0,1 м/с**
Частота обновления	**100 Гц**
Габариты / масса	**143,8 × 154 × 49 мм / ≤ 1200 г**

Применение. Навигация наземных подвижных объектов и автомобильного транспорта; Беспилотные платформы и робототехника; Воздушные и морские носители; Системы стабилизации и наведения; Геодезические и картографические съёмки; Мониторинг транспорта и диспетчеризация.

END-EX8-3D Интегрированная навигационная система INS/GNSS END-EX8-3D

Примечания. Точность курса 0,1° обеспечивается при базе между антеннами 2 м; Значения 1,5 м и 3 м относятся к режиму «точка»; в режиме RTK точность составляет 0,8 см + 1 ppm; Частота обновления данных 100 Гц может быть изменена по заказу; Допускается подключение внешнего датчика скорости колёс; Исполнения F1—F4 различаются точностными характеристиками; остальные параметры одинаковы; Сведения об интерфейсе в исходной таблице отсутствуют: изображение таблицы обрывается на строке «Масса».

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	END-EX8-3D-F1	END-EX8-3D-F2	END-EX8-3D-F3	END-EX8-3D-F4
Точность курса (RMS)	°	0,1 (база 2 м)	0,1 (база 2 м)	0,1 (база 2 м)	0,1 (база 2 м)
Точность углов тангажа и крена (RMS)	°	0,2	0,1	0,08	0,05
Точность позиционирования по горизонтали (RMS)	м	1,5 (режим «точка»; RTK: 0,8 см + 1 ppm)	1,5 (режим «точка»; RTK: 0,8 см + 1 ppm)	1,5 (режим «точка»; RTK: 0,8 см + 1 ppm)	1,5 (режим «точка»; RTK: 0,8 см + 1 ppm)
Точность по высоте (RMS)	м	3 (режим «точка»; RTK: 0,8 см + 1 ppm)	3 (режим «точка»; RTK: 0,8 см + 1 ppm)	3 (режим «точка»; RTK: 0,8 см + 1 ppm)	3 (режим «точка»; RTK: 0,8 см + 1 ppm)
Точность скорости (RMS)	м/с	0,1	0,1	0,1	0,1
Диапазон гироскопа	°/с	±400	±400	±400	±400
Стабильность смещения нуля гироскопа (сглаживание 10 с, 1σ, 25 °C)	°/ч	10	3	2	0,4
Изменение смещения нуля гироскопа во всём диапазоне температур (сглаживание 10 с, RMS)	°/ч	60	20	10	2
Повторяемость смещения нуля гироскопа	°/ч	20	3	1	0,3
Угловой случайный уход гироскопа	°/√ч	0,5	0,15	0,05	0,02
Перекрёстная связь гироскопа	%	0,2	0,1	0,1	0,1
Диапазон акселерометра	g	±10	±10	±10	±10
Стабильность смещения нуля акселерометра (сглаживание 10 с, RMS, 25 °C)	мг	0,05	0,05	0,05	0,05
Изменение смещения нуля акселерометра во всём диапазоне температур (сглаживание 10 с, RMS)	мг	2	2	2	2
Повторяемость смещения нуля акселерометра	мг	0,2	0,2	0,2	0,2
Перекрёстная связь акселерометра	%	0,1	0,1	0,1	0,1
Принимаемые сигналы GNSS	—	BDS: B1, B2, B3, B1C, B2a; GPS: L1C/A, L1C, L2P(W), L2C, L5; GLONASS: L1, L2; Galileo: E1, E5a, E5b; QZSS: L1, L2, L5	BDS: B1, B2, B3, B1C, B2a; GPS: L1C/A, L1C, L2P(W), L2C, L5; GLONASS: L1, L2; Galileo: E1, E5a, E5b; QZSS: L1, L2, L5	BDS: B1, B2, B3, B1C, B2a; GPS: L1C/A, L1C, L2P(W), L2C, L5; GLONASS: L1, L2; Galileo: E1, E5a, E5b; QZSS: L1, L2, L5	BDS: B1, B2, B3, B1C, B2a; GPS: L1C/A, L1C, L2P(W), L2C, L5; GLONASS: L1, L2; Galileo: E1, E5a, E5b; QZSS: L1, L2, L5
Холодный старт	с	20	20	20	20
Частота обновления данных	Гц	100 (по заказу)	100 (по заказу)	100 (по заказу)	100 (по заказу)
Напряжение питания	В	9…36	9…36	9…36	9…36
Потребляемая мощность	Вт	8	8	8	8
Рабочая температура	°C	−40…+80	−40…+80	−40…+80	−40…+80
Габаритные размеры	мм	143,8 × 154 × 49	143,8 × 154 × 49	143,8 × 154 × 49	143,8 × 154 × 49
Масса	г	≤ 1200	≤ 1200	≤ 1200	≤ 1200

END-EX9-2-A

Курсовая система (AHRS) END-EX9-2-A

Одно исполнение, магнитометр и барометр; обновление 500 Гц

END-EX9-2-A — курсовая система (AHRS) на базе MEMS-инерциального измерительного модуля и магнитных датчиков. Собственный алгоритм комплексирования курса, ориентации и геомагнитных измерений позволяет выдавать устойчивые данные о курсе, углах ориентации, угловых скоростях и ускорениях в динамических условиях.

В алгоритме используется эллипсоидная модель погрешностей магнитометра, благодаря чему ошибки магнитометра калибруются в режиме реального времени, без демонтажа прибора и без разворотов на местности. Компенсация ориентации построена на комплементарном фильтре, который объединяет показания гироскопов и акселерометров.

Прибор выполнен в малом корпусе 47 × 44 × 14 мм массой 50 г, потребляет 1,5 Вт и рассчитан на работу в диапазоне температур от −45 до +80 °C. Данные выдаются по интерфейсу TTL с частотой до 500 Гц.



Общий вид — END-EX9-2-A

ОСОБЕННОСТИ

- Эллипсоидная модель погрешностей магнитометра
- Калибровка магнитометра в реальном времени в условиях эксплуатации
- Компенсация ориентации на комплементарном фильтре
- Малые габариты, низкое энергопотребление, высокая надёжность
- Выдача курса, углов ориентации, угловых скоростей и ускорений
- Интерфейс TTL, частота обновления данных до 500 Гц

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Точность курса	**1,5 °/ч (при начальном значении 0°)**
Точность ориентации	**0,2° статика / 0,3° динамика**
Диапазон гироскопа	**±500 °/с**
Частота обновления	**500 Гц**
Габариты / масса	**47 × 44 × 14 мм / 50 г**

Применение. Определение курса и ориентации подвижных объектов; Стабилизация подвесов и антенных устройств; Наземная робототехника и малые беспилотные аппараты; Маломерные морские и речные суда; Контроль ориентации технологического и геодезического оборудования.

END-EX9-2-A Курсовая система (AHRS) END-EX9-2-A

Примечания. Точность курса приведена при начальном значении курса 0° (RMS); единица измерения в источнике — °/ч; Частота обновления данных 500 Гц может быть изменена по заказу; Калибровка магнитометра выполняется в реальном времени, без демонтажа прибора.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение
Точность курса (при начальном значении 0°, RMS)	°/ч	1,5
Точность углов тангажа и крена, статический режим (RMS)	°	0,2
Точность углов тангажа и крена, динамический режим (RMS)	°	0,3
Диапазон гироскопа	°/с	±500
Стабильность смещения нуля гироскопа (сглаживание 10 с, 1σ, 25 °C)	°/ч	10
Изменение смещения нуля гироскопа во всём диапазоне температур (сглаживание 10 с, RMS)	°/ч	60
Повторяемость смещения нуля гироскопа	°/ч	20
Угловой случайный уход гироскопа	°/√ч	0,5
Перекрёстная связь гироскопа	%	0,2
Диапазон акселерометра	g	±10
Стабильность смещения нуля акселерометра (сглаживание 10 с, 1σ, 25 °C)	мг	0,05
Изменение смещения нуля акселерометра во всём диапазоне температур (сглаживание 10 с, RMS)	мг	2
Повторяемость смещения нуля акселерометра	мг	0,2
Перекрёстная связь акселерометра	%	0,1
Диапазон магнитометра	Гс	±2,5
Чувствительность магнитометра	мГс/МЗР	0,1
Диапазон измерения давления	мбар	300…1100
Относительная погрешность барометра	мбар	2,5
Частота обновления данных	Гц	500 (по заказу)
Напряжение питания	В	3,3 ± 0,33
Потребляемая мощность	Вт	1,5
Рабочая температура	°C	−45…+80
Габаритные размеры	мм	47 × 44 × 14
Масса	г	50
Интерфейс	—	TTL

END-EX9-3-A

Курсовая система (AHRS) END-EX9-3-A

Одно исполнение, курс 1 °/ч, диапазон гироскопа ±400 °/с

END-EX9-3-A — курсовая система (AHRS) на базе MEMS-инерциального измерительного модуля и магнитных датчиков. Собственный алгоритм комплексирования курса, ориентации и геомагнитных измерений обеспечивает устойчивую выдачу курса, углов ориентации, угловых скоростей и ускорений в динамических условиях.

В приборе применена эллипсоидная модель погрешностей магнитометра, что позволяет калибровать ошибки магнитометра в режиме реального времени без демонтажа и разворотов. Компенсация ориентации построена на комплементарном фильтре, объединяющем данные гироскопов и акселерометров.

По сравнению с младшей моделью серии прибор имеет лучшие характеристики гироскопического канала: нестабильность смещения нуля 3 °/ч, случайный уход 0,15 °/√ч, повторяемость 3 °/ч. Корпус 47 × 44 × 14 мм, масса 50 г, потребление 1,5 Вт.



Общий вид — END-EX9-3-A

ОСОБЕННОСТИ

- Эллипсоидная модель погрешностей магнитометра
- Калибровка магнитометра в реальном времени в условиях эксплуатации
- Компенсация ориентации на комплементарном фильтре
- Малые габариты, низкое энергопотребление, высокая надёжность
- Выдача курса, углов ориентации, угловых скоростей и ускорений
- Интерфейс TTL, частота обновления данных до 500 Гц

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Точность курса	**1 °/ч (при начальном значении 0°)**
Точность ориентации	**0,1° статика / 0,2° динамика**
Диапазон гироскопа	**±400 °/с**
Частота обновления	**500 Гц**
Габариты / масса	**47 × 44 × 14 мм / 50 г**

Применение. Определение курса и ориентации подвижных объектов; Стабилизация подвесов и антенных устройств; Наземная робототехника и малые беспилотные аппараты; Маломерные морские и речные суда; Контроль ориентации технологического и геодезического оборудования.

END-EX9-3-A Курсовая система (AHRS) END-EX9-3-A

Примечания. Точность курса приведена при начальном значении курса 0° (RMS); единица измерения в источнике — °/ч; Частота обновления данных 500 Гц может быть изменена по заказу; Калибровка магнитометра выполняется в реальном времени, без демонтажа прибора.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение
Точность курса (при начальном значении 0°, RMS)	°/ч	1
Точность углов тангажа и крена, статический режим (RMS)	°	0,1
Точность углов тангажа и крена, динамический режим (RMS)	°	0,2
Диапазон гироскопа	°/с	±400
Стабильность смещения нуля гироскопа (сглаживание 10 с, 1σ, 25 °C)	°/ч	3
Изменение смещения нуля гироскопа во всём диапазоне температур (сглаживание 10 с, RMS)	°/ч	20
Повторяемость смещения нуля гироскопа	°/ч	3
Угловой случайный уход гироскопа	°/√ч	0,15
Перекрёстная связь гироскопа	%	0,1
Диапазон акселерометра	g	±10
Стабильность смещения нуля акселерометра (сглаживание 10 с, 1σ, 25 °C)	мг	0,05
Изменение смещения нуля акселерометра во всём диапазоне температур (сглаживание 10 с, RMS)	мг	1
Повторяемость смещения нуля акселерометра	мг	0,2
Перекрёстная связь акселерометра	%	0,1
Диапазон магнитометра	Гс	±2,5
Чувствительность магнитометра	мГс/МЗР	0,1
Диапазон измерения давления	мбар	300…1100
Относительная погрешность барометра	мбар	2,5
Частота обновления данных	Гц	500 (по заказу)
Напряжение питания	В	3,3 ± 0,33
Потребляемая мощность	Вт	1,5
Рабочая температура	°C	−45…+80
Габаритные размеры	мм	47 × 44 × 14
Масса	г	50
Интерфейс	—	TTL

END-EX9-1-A

Курсовая система END-EX9-1-A

Базовое исполнение, MEMS-измерительный модуль, комплементарная фильтрация

END-EX9-1-A — малогабаритная курсовая система (AHRS), построенная на MEMS-инерциальном измерительном модуле. Прибор измеряет три составляющие угловой скорости и три составляющие линейного ускорения, а по ним вычисляет углы тангажа, крена и относительный курс.

Обработка сигналов выполняется собственными алгоритмами определения курса и ориентации с комплементарной фильтрацией и компенсацией ориентации. Такое построение обеспечивает устойчивую и достоверную выдачу углов ориентации, угловых скоростей и ускорений при движении носителя, а не только в статике.

Конструкция рассчитана на длительную эксплуатацию: корпус Ø34 × 88 мм, масса 145 г, потребляемая мощность менее 2,25 Вт при напряжении питания 7…28 В. Данные выдаются по интерфейсам RS-422 и RS-482 с частотой 100 Гц.



Общий вид — END-EX9-1-A

ОСОБЕННОСТИ

- Компенсация ориентации на основе алгоритма комплементарной фильтрации
- Малые габариты, низкое энергопотребление и высокая надёжность
- Одновременное измерение трёх осей угловой скорости и трёх осей линейного ускорения
- Вычисление углов тангажа, крена и относительного курса
- Устойчивая выдача данных в динамических условиях движения носителя
- Питание 7…28 В и интерфейсы RS-422, RS-482

Применение. Системы стабилизации и управления ориентацией беспилотных аппаратов; Курсовые и навигационные системы наземной техники; Антенные и оптические гиростабилизированные платформы; Робототехника и промышленная автоматизация; Испытательные стенды и измерительные комплексы подвижных объектов.

Примечания. Характеристики приведены для базового исполнения; Интерфейс в таблице источника указан как RS-422 и RS-482; значение перенесено без изменений.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение
Точность курса (RMS)	°	0,8
Точность по углу тангажа / крена (RMS)	°	0,2
Гироскоп: диапазон измерений	°/s	±400
Гироскоп: стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, нормальные условия)	°/h	3
Гироскоп: изменение смещения нуля во всём диапазоне температур (сглаживание 10 с, RMS, термоциклирование)	°/h	20
Гироскоп: повторяемость смещения нуля	°/h	5
Гироскоп: угловой случайный уход	°/√h	0,15
Гироскоп: перекрёстная связь	%	0,1
Акселерометр: диапазон измерений	g	±10
Акселерометр: стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, нормальные условия)	мг	0,05
Акселерометр: изменение смещения нуля во всём диапазоне температур (сглаживание 10 с, RMS, термоциклирование)	мг	1
Акселерометр: повторяемость смещения нуля	мг	0,1
Акселерометр: перекрёстная связь	%	0,1
Частота обновления данных	Гц	100
Напряжение питания	В	7…28
Потребляемая мощность	Вт	< 2,25
Рабочая температура	°C	−40…+80
Габаритные размеры	мм	Ø34 × 88
Масса	г	145 ± 5
Интерфейс	—	RS-422, RS-482

END-EX7-12

Курсовая система END-EX7-12

Аналог AHRS-10p (Inertial-Lab), корпус для работы под водой при давлении до 8,9 МПа

END-EX7-12 — курсовая система (AHRS), построенная на MEMS-инерциальном измерительном модуле с магнитометром. Прибор выдаёт курс, углы ориентации, угловые скорости и ускорения и предназначен для работы в составе систем управления, стабилизации и навигации.

В системе реализованы температурная компенсация погрешностей MEMS-датчиков и комплементарная фильтрация, благодаря чему точность ориентации сохраняется при длительной работе. Модель эллипсоида ошибок магнитометра обеспечивает онлайн-калибровку параметрических погрешностей магнитных датчиков, а алгоритм комплементарной фильтрации — компенсацию ориентации в динамике.

END-EX7-12 является pin-to-pin аналогом AHRS-10p производства Inertial-Lab (США): он совместим по посадочным размерам и электрическим соединениям и может устанавливаться взамен без доработки объекта. Корпус герметичен и работоспособен при внешнем давлении до 8,9 МПа. Габариты Ø34 × 88 мм, масса 145 г, питание 7…28 В, потребляемая мощность менее 2,25 Вт, частота обновления данных 100 Гц, интерфейсы RS-422 и RS-482.



Общий вид — END-EX7-12

ОСОБЕННОСТИ

- Модель эллипсоида ошибок магнитометра с онлайн-калибровкой параметрических погрешностей магнитных датчиков
- Компенсация ориентации на основе алгоритма комплементарной фильтрации
- Температурная компенсация погрешностей MEMS-датчиков и сохранение точности ориентации при длительной работе
- Герметичный корпус, работоспособность при внешнем давлении до 8,9 МПа
- Pin-to-pin совместимость с AHRS-10p производства Inertial-Lab
- Малые габариты и масса: Ø34 × 88 мм, 145 г

Применение. Подводные и надводные аппараты, работающие при повышенном внешнем давлении; Курсовые и навигационные системы наземной и морской техники; Системы стабилизации антенных и оптических платформ; Беспилотные аппараты и робототехнические комплексы; Замена AHRS-10p в существующих системах без доработки посадочных мест.

Примечания. Характеристики приведены для базового исполнения; Интерфейс в таблице источника указан как RS-422 и RS-482; значение перенесено без изменений; Прибор функционально и установочно совместим с AHRS-10p производства Inertial-Lab.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение
Точность курса (RMS)	°	0,8
Точность по углу тангажа / крена (RMS)	°	0,2
Гироскоп: диапазон измерений	°/s	±400
Гироскоп: стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, нормальные условия)	°/h	3
Гироскоп: изменение смещения нуля во всём диапазоне температур (сглаживание 10 с, RMS, термоциклирование)	°/h	20
Гироскоп: повторяемость смещения нуля	°/h	5
Гироскоп: угловой случайный уход	°/√h	0,15
Гироскоп: перекрёстная связь	%	0,1
Акселерометр: диапазон измерений	g	±10
Акселерометр: стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, нормальные условия)	мг	0,05
Акселерометр: изменение смещения нуля во всём диапазоне температур (сглаживание 10 с, RMS, термоциклирование)	мг	1
Акселерометр: повторяемость смещения нуля	мг	0,1
Акселерометр: перекрёстная связь	%	0,1
Частота обновления данных	Гц	100
Напряжение питания	В	7…28
Потребляемая мощность	Вт	< 2,25
Рабочая температура	°C	−40…+80
Габаритные размеры	мм	Ø34 × 88
Масса	г	145 ± 5
Интерфейс	—	RS-422, RS-482

END-EX7-4

Подводная курсовая система END-EX7-4

Герметичное подводное исполнение, рабочее давление до 8,9 МПа

END-EX7-4 — подводная курсовая система (AHRS), построенная на MEMS-инерциальном измерительном модуле с магнитометром. Прибор измеряет угловые скорости и ускорения носителя и вычисляет курс, углы тангажа и крена, выдавая информацию о курсе, ориентации, угловых скоростях и ускорениях.

В системе применены температурная компенсация погрешностей MEMS-датчиков и комплементарная фильтрация, что позволяет сохранять точность ориентации при длительной работе. Модель эллипсоида ошибок магнитометра обеспечивает онлайн-калибровку параметрических погрешностей магнитных датчиков, а алгоритм комплементарной фильтрации — компенсацию ориентации в динамике.

Изделие прошло испытания на герметичность и сохраняет работоспособность под водой при внешнем давлении до 8,9 МПа. Корпус — Ø34 × 88 мм, масса 145 г, питание 7…28 В, потребляемая мощность менее 2,25 Вт, частота обновления данных 100 Гц, интерфейсы RS-422 и RS-482.



Общий вид — END-EX7-4

ОСОБЕННОСТИ

- Модель эллипсоида ошибок магнитометра с онлайн-калибровкой параметрических погрешностей магнитных датчиков
- Компенсация ориентации на основе алгоритма комплементарной фильтрации
- Герметичный корпус, проверенный испытаниями на герметичность
- Работоспособность под водой при внешнем давлении до 8,9 МПа
- Температурная компенсация погрешностей MEMS-датчиков и сохранение точности при длительной работе
- Малые габариты и масса: Ø34 × 88 мм, 145 г

Применение. Подводные аппараты и телеуправляемые необитаемые носители; Морские системы стабилизации, наведения и навигации; Герметичные приборы и платформы, работающие при внешнем давлении; Подводные измерительные комплексы и испытательные стенды; Беспилотные аппараты и робототехнические комплексы.

Примечания. Характеристики приведены для базового исполнения; Интерфейс в таблице источника указан как RS-422 и RS-482; значение перенесено без изменений; Изделие прошло испытания на герметичность и предназначено для работы под водой.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение
Точность курса (RMS)	°	0,8
Точность по углу тангажа / крена (RMS)	°	0,2
Гироскоп: диапазон измерений	°/s	±400
Гироскоп: стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, нормальные условия)	°/h	3
Гироскоп: изменение смещения нуля во всём диапазоне температур (сглаживание 10 с, RMS, термоциклирование)	°/h	20
Гироскоп: повторяемость смещения нуля	°/h	5
Гироскоп: угловой случайный уход	°/√h	0,15
Гироскоп: перекрёстная связь	%	0,1
Акселерометр: диапазон измерений	g	±10
Акселерометр: стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, нормальные условия)	мг	0,05
Акселерометр: изменение смещения нуля во всём диапазоне температур (сглаживание 10 с, RMS, термоциклирование)	мг	1
Акселерометр: повторяемость смещения нуля	мг	0,1
Акселерометр: перекрёстная связь	%	0,1
Частота обновления данных	Гц	100
Напряжение питания	В	7…28
Потребляемая мощность	Вт	< 2,25
Рабочая температура	°C	−40…+80
Габаритные размеры	мм	Ø34 × 88
Масса	г	145 ± 5
Интерфейс	—	RS-422, RS-482

END-EX6-27A

Измеритель углов ориентации END-EX6-27A

Базовое исполнение, высокая динамика и перегрузочная стойкость, частота обновления 500 Гц

END-EX6-27A — измеритель углов ориентации (курсовая система, AHRS), построенный на высокоточном MEMS-измерительном модуле собственного производства. Собственные алгоритмы инерциальной навигации и комплементарной фильтрации позволяют вычислять углы тангажа, крена и относительный курс по измерениям трёх осей угловой скорости и трёх осей ускорения.

В системе применена температурная компенсация погрешностей MEMS-датчиков, поэтому устойчивая и достоверная информация об ориентации выдаётся как в динамических условиях, так и при длительной работе. Конструкция рассчитана на высокую динамику и значительные перегрузки.

Прибор выполнен в корпусе 54 × 54 × 25 мм массой 80 г и потребляет 1,5 Вт при напряжении питания 5 ± 0,25 В. Данные выдаются по интерфейсу RS-422 с частотой 500 Гц; по требованию заказчика частота обновления может быть изменена.



Общий вид — END-EX6-27A

ОСОБЕННОСТИ

- Работоспособность в условиях высокой динамики и высоких перегрузок
- Алгоритм комплементарной фильтрации сохраняет точность ориентации при длительной работе
- Малые габариты, низкое энергопотребление и высокая надёжность
- Полностью собственный высокоточный MEMS-измерительный модуль
- Температурная компенсация погрешностей датчиков
- Выдача углов тангажа, крена и относительного курса

Применение. Высокодинамичные носители и системы наведения; Стабилизация антенных и оптических платформ; Беспилотные аппараты и малогабаритные летательные аппараты; Робототехника и мехатронные комплексы; Испытательные стенды и измерительные комплексы.

Примечания. Характеристики приведены для базового исполнения; Частота обновления данных 500 Гц; по требованию заказчика возможно иное исполнение.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение
Дрейф курса (при начальном значении 0°, RMS)	°/h	20
Точность по углу тангажа / крена (RMS), статика	°	0,1
Точность по углу тангажа / крена (RMS), динамика	°	0,2
Гироскоп: диапазон измерений	°/s	±400
Гироскоп: стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, нормальные условия)	°/h	3
Гироскоп: изменение смещения нуля во всём диапазоне температур (сглаживание 10 с, RMS, термоциклирование)	°/h	20
Гироскоп: повторяемость смещения нуля	°/h	3
Гироскоп: угловой случайный уход	°/√h	0,15
Гироскоп: перекрёстная связь	%	0,1
Акселерометр: диапазон измерений	g	±10
Акселерометр: стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, нормальные условия)	мг	0,05
Акселерометр: изменение смещения нуля во всём диапазоне температур (сглаживание 10 с, RMS, термоциклирование)	мг	1
Акселерометр: повторяемость смещения нуля	мг	0,1
Акселерометр: перекрёстная связь	%	0,1
Частота обновления данных	Гц	500 (по заказу)
Напряжение питания	В	5 ± 0,25
Потребляемая мощность	Вт	1,5
Рабочая температура	°C	−45…+80
Габаритные размеры	мм	54 × 54 × 25
Масса	г	80
Интерфейс	—	RS-422

END-EX6-7-A

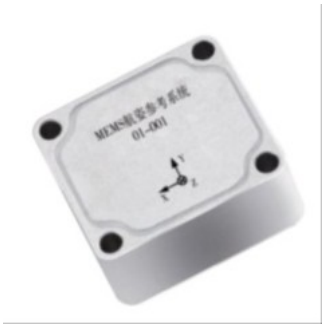
Курсовая система END-EX6-7-A

Компактное исполнение 22 × 20 × 10,2 мм, масса 12 г, автономное определение ориентации

END-EX6-7-A — курсовая система (AHRS), состоящая из трёхосного гиромодуля и трёхосного акселерометра и предназначенная для измерения параметров ориентации носителя в реальном времени.

Прибор работает автономно, без привлечения внешней информации, и выдаёт углы ориентации и угловые скорости. В нём применены собственная технология температурной компенсации и калибровки погрешностей IMU, а также адаптивный алгоритм распознавания динамики носителя — это позволяет использовать систему для слежения за ориентацией и стабилизирующего управления.

Малые габариты (22 × 20 × 10,2 мм) и масса 12 г при потребляемой мощности 0,4 Вт позволяют устанавливать изделие на малогабаритные носители. Напряжение питания 5 ± 0,25 В, интерфейс RS-422, частота обновления данных 500 Гц.



Общий вид — END-EX6-7-A

ОСОБЕННОСТИ

- Определение углов ориентации и угловой скорости без привлечения внешней информации
- Собственная технология температурной компенсации и калибровки погрешностей IMU
- Адаптивный алгоритм распознавания динамики носителя
- Слежение за ориентацией и стабилизирующее управление
- Малые габариты и масса: 22 × 20 × 10,2 мм, 12 г
- Низкое энергопотребление 0,4 Вт при питании 5 ± 0,25 В

Применение. Стабилизация и слежение за ориентацией малогабаритных носителей; Беспилотные аппараты и микробеспилотные платформы; Робототехника и мехатроника; Антенные и сенсорные платформы; Малогабаритные измерительные комплексы и стенды.

Примечания. Характеристики приведены для базового исполнения; Частота обновления данных 500 Гц; по требованию заказчика возможно иное исполнение.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение
Дрейф курса (при начальном значении 0°, RMS)	°/h	72
Точность по углу тангажа / крена (RMS), статика	°	0,2
Точность по углу тангажа / крена (RMS), динамика	°	0,3
Гироскоп: диапазон измерений	°/s	±500
Гироскоп: стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, нормальные условия)	°/h	10
Гироскоп: изменение смещения нуля во всём диапазоне температур (сглаживание 10 с, RMS, термоциклирование)	°/h	60
Гироскоп: повторяемость смещения нуля	°/h	20
Гироскоп: угловой случайный уход	°/√h	0,5
Гироскоп: перекрёстная связь	%	0,2
Акселерометр: диапазон измерений	g	±10
Акселерометр: стабильность смещения нуля (сглаживание 10 с, 1σ, нормальные условия)	мг	0,05
Акселерометр: изменение смещения нуля во всём диапазоне температур (сглаживание 10 с, RMS, термоциклирование)	мг	2
Акселерометр: повторяемость смещения нуля	мг	0,2
Акселерометр: перекрёстная связь	%	0,1
Частота обновления данных	Гц	500 (по заказу)
Напряжение питания	В	5 ± 0,25
Потребляемая мощность	Вт	0,4
Рабочая температура	°C	−45…+80
Габаритные размеры	мм	22 × 20 × 10,2
Масса	г	12
Интерфейс	—	RS-422

05

Электронные компасы, инклинометры и гирокомпасы

5 МОДЕЛЕЙ В РАЗДЕЛЕ

Магнитоиндукционные и феррозондовые компасы, двухосевые инклинометры и MEMS-гирокомпас образуют группу автономных средств определения курса и наклона. Компасы корректируются по углам наклона и компенсируют магнитные возмущения, инклинометры обеспечивают точность до 0,01° в статике, а гирокомпас END-EX7-1 определяет истинный север по вращению Земли — без зависимости от магнитного поля.

Как выбирать

Электронный компас уместен там, где нет ферромагнитных помех и требуется невысокая стоимость; инклинометр — для контроля наклона платформ, антенн, опор и строительных конструкций; гирокомпас — для точного определения азимута в условиях магнитных помех, в шахтах, тоннелях и на подвижных объектах.

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА РАЗДЕЛА

Модель	Курс	Ориентация	Габариты / масса	Питание
END-EX5-5	≤ 0,2 °	< 0,1 °	17 × 40 × 13 мм / 7 г	DC 3,6…20 В
END-EX5-5B	≤ 0,2 °	< 0,1 °	30 × 20 и 18 × 16 мм / 7 г	DC 3,6…20 В
END-EX5-3	—	—	120 × 80 × 70 мм / 800 г	9…36 В
END-EX5-1	—	—	32 × 28 × 14 мм / 22,5 г	5…24 В
END-EX7-1	0,2° × sec(L)	0,05 °	55 × 66,8 × 62,5 мм / 290 г	+9…+24 В / ≤ 2 Вт

END-EX5-5

Трёхосный электронный компас END-EX5-5

Моноблочное исполнение, азимут 0…360°, точность ≤ 0,2°, четыре варианта интерфейса

END-EX5-5 — электронный компас, объединяющий трёхосный магнитометр, трёхосный акселерометр и датчик температуры в одном малогабаритном корпусе. По измеренному вектору магнитного поля Земли и направлению силы тяжести прибор вычисляет азимут, а также угол места и крен, обеспечивая определение курса и ориентации объекта.

Погрешности датчиков компенсируются во всём рабочем диапазоне температур; магнитометр калибруется на высокоточной поворотной платформе, а после установки на объект — на месте эксплуатации, что позволяет учесть собственные и наведённые магнитные поля носителя. Низкая вибрационная погрешность сохраняется при работе в условиях тряски и вибрации.

Данные выдаются по интерфейсам TTL, RS-232, RS-422 или RS-485 со скоростью от 300 до 921 600 бод; поддерживается несколько режимов выдачи, что упрощает встраивание прибора в системы управления и ориентирования. Масса компаса — 7 г, габариты — 17 × 40 × 13 мм.



Общий вид — END-EX5-5

ОСОБЕННОСТИ

- Высокая точность, низкий уровень шума, малое энергопотребление и высокая повторяемость характеристик
- Калибровка магнитометра на месте эксплуатации, простое обслуживание
- Несколько скоростей обмена и режимов выдачи данных, хорошая стойкость к внешним условиям
- Низкая вибрационная погрешность (vibration rectification error)
- Трёхосные магнитометр и акселерометр, а также датчик температуры в одном корпусе
- Температурная компенсация по всему рабочему диапазону температур
- Калибровка на высокоточной поворотной платформе по всем трём осям
- Малые масса и габариты: 7 г, 17 × 40 × 13 мм

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон азимута	**0…360 °**
Точность по азимуту	**≤ 0,2 °**
Точность по наклону	**< 0,1 °**
Напряжение питания	**DC 3,6…20 В**
Габариты / масса	**17 × 40 × 13 мм / 7 г**

Применение. Геомагнитная навигация наземных, морских и воздушных объектов; Определение курса и углов ориентации в системах управления; Стабилизация антенных и оптических платформ; Беспилотные аппараты и робототехнические комплексы; Полевые геодезические и топографические измерения.

END-EX5-5 Трёхосный электронный компас END-EX5-5

Примечания. Символом * отмечены варианты интерфейса, поставляемые по заказу; Прибор поставляется в виде платы: габаритные размеры 17 × 40 × 13 мм указаны без корпуса; Калибровка магнитометра выполняется на месте эксплуатации, что позволяет компенсировать магнитные искажения объекта; Температурная компенсация выполняется во всём рабочем диапазоне температур.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	END-EX5-5
Азимут: диапазон измерений	°	0…360
Азимут: статическая точность измерения после калибровки в магнитном поле (при наклоне −65…+65°)	°	≤ 0,5
Азимут: статическая точность измерения после калибровки в магнитном поле (горизонтально)	°	≤ 0,2
Азимут: статическая точность измерения после калибровки по горизонтали	°	≤ 0,2
Азимут: разрешение	°	0,01
Азимут: повторяемость	°	0,05
Угол места: диапазон измерений	°	−90…+90
Крен: диапазон измерений	°	−180…+180
Угол места: точность (при наклоне −80…+80°)	°	< 0,1
Крен: точность (при крене −65…+65°)	°	< 0,1
Наклон: разрешение	°	0,01
Наклон: повторяемость	°	0,05
Магнитометр: диапазон измерений	мкТл	±125
Магнитометр: разрешение	мкТл	0,015
Магнитометр: повторяемость	мкТл	±0,1
Датчик температуры: диапазон измерений	°C	−40…+85
Датчик температуры: точность	°C	±5
Частота обновления данных	Гц	макс. 100
Напряжение питания	В	DC 3,6…20
Потребляемый ток в рабочем режиме	мА	12
Потребляемый ток в спящем режиме	мкА	300
Скорость передачи данных	бод	300…921 600
Рабочая температура	°C	−40…+85
Температура хранения	°C	−40…+85
Масса	г	7
Габаритные размеры (без корпуса)	мм	17 × 40 × 13
Интерфейс	—	TTL / RS-232* / RS-422* / RS-485*

END-EX5-5B

Трёхосный электронный компас END-EX5-5B

Двухблочное (раздельное) исполнение, точность по азимуту ≤ 0,2°, четыре варианта интерфейса

END-EX5-5B — электронный компас, состоящий из трёхосного магнитометра, трёхосного акселерометра и датчика температуры. В отличие от моноблочного END-EX5-5 прибор выполнен по раздельной схеме: чувствительный и электронный блоки размещены в отдельных корпусах, что позволяет устанавливать компас на объектах с неудобными и стеснёнными посадочными местами.

По измеренному вектору магнитного поля Земли и направлению силы тяжести прибор вычисляет азимут, угол места и крен. Погрешности датчиков компенсируются во всём рабочем диапазоне температур; магнитометр калибруется на высокоточной поворотной платформе, а после монтажа — на месте эксплуатации, что учитывает собственные и наведённые магнитные поля носителя.

Данные выдаются по интерфейсам TTL, RS-232, RS-422 или RS-485 со скоростью от 300 до 921 600 бод и в нескольких режимах выдачи. Низкая вибрационная погрешность сохраняется при тряске и вибрации; масса приборов — 7 г, габариты блоков — 30 × 20 мм и 18 × 16 мм.



Общий вид — END-EX5-5B

ОСОБЕННОСТИ

- Высокая точность, низкий уровень шума, малое энергопотребление и высокая повторяемость характеристик
- Калибровка магнитометра на месте эксплуатации, простое обслуживание
- Несколько скоростей обмена и режимов выдачи данных, хорошая стойкость к внешним условиям
- Низкая вибрационная погрешность (vibration rectification error)
- Раздельное исполнение: два блока в отдельных корпусах для монтажа в стеснённых условиях
- Трёхосные магнитометр и акселерометр, а также датчик температуры
- Температурная компенсация по всему рабочему диапазону температур
- Калибровка на высокоточной поворотной платформе по всем трём осям

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон азимута	**0…360 °**
Точность по азимуту	**≤ 0,2 °**
Точность по наклону	**< 0,1 °**
Напряжение питания	**DC 3,6…20 В**
Габариты / масса	**30 × 20 и 18 × 16 мм / 7 г**

Применение. Геомагнитная навигация наземных, морских и воздушных объектов; Определение курса и углов ориентации в системах управления; Стабилизация антенных и оптических платформ; Беспилотные аппараты и робототехнические комплексы; Установка на объекты с раздельным размещением датчика и электроники.

END-EX5-5B Трёхосный электронный компас END-EX5-5B

Примечания. Символом * отмечены варианты интерфейса, поставляемые по заказу; Прибор выполнен по раздельной схеме: габаритные размеры 30 × 20 мм и 18 × 16 мм относятся к двум блокам и указаны без корпуса; В таблице характеристик источника столбец исполнения обозначен как END-EX5-5; приведённые значения относятся к END-EX5-5B; Калибровка магнитометра выполняется на месте эксплуатации, что позволяет компенсировать магнитные искажения объекта.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	END-EX5-5B
Азимут: диапазон измерений	°	0…360
Азимут: статическая точность измерения после калибровки в магнитном поле (при наклоне −65…+65°)	°	≤ 0,5
Азимут: статическая точность измерения после калибровки в магнитном поле (горизонтально)	°	≤ 0,2
Азимут: статическая точность измерения после калибровки по горизонтали	°	≤ 0,2
Азимут: разрешение	°	0,01
Азимут: повторяемость	°	0,05
Угол места: диапазон измерений	°	−90…+90
Крен: диапазон измерений	°	−180…+180
Угол места: точность (при наклоне −80…+80°)	°	< 0,1
Крен: точность (при крене −65…+65°)	°	< 0,1
Наклон: разрешение	°	0,01
Наклон: повторяемость	°	0,05
Магнитометр: диапазон измерений	мкТл	±125
Магнитометр: разрешение	мкТл	0,015
Магнитометр: повторяемость	мкТл	±0,1
Датчик температуры: диапазон измерений	°C	−40…+85
Датчик температуры: точность	°C	±5
Частота обновления данных	Гц	макс. 100
Напряжение питания	В	DC 3,6…20
Потребляемый ток в рабочем режиме	мА	12
Потребляемый ток в спящем режиме	мкА	300
Скорость передачи данных	бод	300…921 600
Рабочая температура	°C	−40…+85
Температура хранения	°C	−40…+85
Масса	г	7
Габаритные размеры (без корпуса)	мм	30 × 20 и 18 × 16
Интерфейс	—	TTL / RS-232* / RS-422* / RS-485*

END-EX5-3

Двухосевой инклинометр END-EX5-3

Диапазон ±80°, точность 0,01° во всём диапазоне температур, интерфейс CAN

END-EX5-3 — двухосевой инклинометр (датчик угла наклона), предназначенный для измерения углов наклона объекта относительно горизонтальной плоскости. В состав прибора входят двухосевой чувствительный элемент, датчик температуры, плата обработки сигналов, конструктивные элементы и программное обеспечение.

Углы наклона вычисляются с учётом введённых поправок — температурной компенсации и компенсации нелинейности — и выдаются по последовательному интерфейсу CAN в соответствии с согласованным протоколом обмена. Диапазон измерений составляет ±80°, точность во всём диапазоне рабочих температур — 0,01°, полоса пропускания — 10 Гц, время готовности после включения — 1 с.

Прибор полностью построен на собственной элементной базе и не зависит от импортных комплектующих. Масса — 800 г, габариты — 120 × 80 × 70 мм, питание — постоянный ток 9…36 В при потребляемом токе 100 мА, что позволяет применять инклинометр на подвижных объектах и в промышленных установках.



Общий вид — END-EX5-3

ОСОБЕННОСТИ

- Полностью собственное производство: отсутствие зависимости от импортных комплектующих
- Высокая точность измерения углов наклона — 0,01° во всём диапазоне температур
- Малые масса и энергопотребление
- Низкая вибрационная погрешность (vibration rectification error)
- Цифровая коррекция погрешностей: температурная компенсация и компенсация нелинейности
- Выдача углов наклона по CAN по согласованному протоколу обмена
- Широкий диапазон напряжения питания 9…36 В постоянного тока
- Встроенный датчик температуры для термокомпенсации

Применение. Горизонтирование и стабилизация платформ и антенно-оптических постов; Мониторинг наклона инженерных сооружений, фундаментов и конструкций; Геодезические и строительные измерения; Системы управления подвижными объектами и спецтехникой; Испытательные стенды и производственное оборудование.

Примечания. Характеристики приведены для базового исполнения; Углы наклона выдаются по CAN в соответствии с согласованным протоколом обмена; В состав прибора входят датчик температуры и программное обеспечение, реализующее температурную компенсацию и компенсацию нелинейности.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение
Диапазон измерений	°	±80
Точность измерения во всём диапазоне температур	°	0,01
Полоса пропускания	Гц	10
Время готовности	с	1
Напряжение питания (постоянный ток)	В	9…36
Потребляемый ток	мА	100
Частота обновления данных	Гц	20
Рабочая температура	°C	−40…+60
Температура хранения	°C	−55…+105
Масса	г	800
Габаритные размеры	мм	120 × 80 × 70
Интерфейс	—	CAN

END-EX5-1

Двухосевой инклинометр END-EX5-1

Исполнение A, диапазон ±80°, точность 0,01° во всём диапазоне температур, интерфейс RS-422

END-EX5-1 — двухосевой инклинометр (датчик угла наклона) для измерения углов наклона объекта относительно горизонтальной плоскости. Прибор включает двухосевой чувствительный элемент, датчик температуры, плату обработки сигналов, конструктивные элементы и программное обеспечение.

Результаты измерений корректируются с учётом температуры и нелинейности и выдаются по последовательному интерфейсу RS-422 в соответствии с согласованным протоколом обмена. Диапазон измерений — ±80°, точность во всём диапазоне рабочих температур — 0,01°, полоса пропускания — 10 Гц, частота обновления данных — 20 Гц, время готовности — 1 с.

Малые масса и габариты (22,5 г; 32 × 28 × 14 мм) в сочетании с широким диапазоном питания 5…24 В позволяют устанавливать прибор на малогабаритные платформы и в ограниченном объёме; потребляемый ток не превышает 80 мА.



Общий вид — END-EX5-1

ОСОБЕННОСТИ

- Высокая точность измерения углов наклона — 0,01° во всём диапазоне температур
- Малые масса и габариты: 22,5 г, 32 × 28 × 14 мм
- Низкое энергопотребление — 80 мА при питании 5…24 В
- Низкая вибрационная погрешность (vibration rectification error)
- Цифровая коррекция погрешностей: температурная компенсация и компенсация нелинейности
- Выдача углов наклона по RS-422 по согласованному протоколу обмена
- Встроенный датчик температуры для термокомпенсации
- Частота обновления данных 20 Гц при полосе пропускания 10 Гц

Применение. Горизонтирование и стабилизация платформ и антенно-оптических постов; Мониторинг наклона инженерных сооружений, фундаментов и конструкций; Геодезические и строительные измерения; Малогабаритные системы управления подвижными объектами; Испытательные стенды и производственное оборудование.

Примечания. Характеристики приведены для исполнения A; Углы наклона выдаются по RS-422 в соответствии с согласованным протоколом обмена; В состав прибора входят датчик температуры и программное обеспечение, реализующее температурную компенсацию и компенсацию нелинейности.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Исполнение A
Диапазон измерений	°	±80
Точность измерения во всём диапазоне температур	°	0,01
Полоса пропускания	Гц	10
Время готовности	с	1
Напряжение питания (постоянный ток)	В	5…24
Потребляемый ток	мА	80
Частота обновления данных	Гц	20
Рабочая температура	°C	−40…+60
Температура хранения	°C	−55…+105
Масса	г	22,5
Габаритные размеры	мм	32 × 28 × 14
Интерфейс	—	RS-422

END-EX7-1

Гирокомпас (североискатель) END-EX7-1

Автономное определение севера по вращению Земли, точность 0,2° × sec(L), время определения севера < 180 с

END-EX7-1 — гирокомпас (североискатель), определяющий направление на север по чувствительности гироскопа к вращению Земли. В состав прибора входят высокоточный MEMS-гироскоп, двухосевой MEMS-акселерометр, прецизионная следящая сервосистема с двигателем и внешние цепи обработки сигналов.

В статическом режиме прибор выдаёт значение азимута направления, отмеченного на корпусе. Поскольку определение севера основано на гироскопическом измерении, прибор не зависит от окружающего магнитного поля и от помех, создаваемых ферромагнитными массами и электрооборудованием объекта, — в отличие от магнитных компасов.

Точность определения севера составляет 0,2° × sec(L) (1σ, где L — местная широта): при наклоне до ±5° ввод широты не требуется, при больших углах наклона широта вводится вручную. Полное время определения севера не превышает 180 с, из которых 15 с занимает инициализация при включении, а однократное определение севера — 160 с. Данные выдаются по RS-422; установочная плоскость может быть наклонена до ±20°, масса прибора — 290 г.



Общий вид — END-EX7-1

ОСОБЕННОСТИ

- Автономное определение направления на север по вращению Земли, без внешних опорных сигналов
- Нечувствительность к магнитному полю и помехам от ферромагнитных масс и электрооборудования объекта
- Высокоточный MEMS-гироскоп, двухосевой MEMS-акселерометр и прецизионная следящая сервосистема в составе прибора
- Выдача азимута направления, обозначенного на корпусе, в статическом режиме
- Точность определения севера 0,2° × sec(L) при 1σ, где L — местная широта
- Работа при наклоне установочной плоскости до ±20°
- Полное время определения севера менее 180 с, инициализация при включении — 15 с
- Цифровой выход RS-422, масса 290 г, габариты 55 × 66,8 × 62,5 мм

Применение. Начальная выставка и ориентирование инерциальных навигационных систем; Определение азимута на неподвижных объектах и в полевых условиях; Геодезические и топографические работы; Ориентирование горных выработок, тоннелей и подземных сооружений; Навигация наземных подвижных объектов; Испытательные и поверочные стенды.

Примечания. Характеристики в таблице источника приведены как типичные значения; В источнике единица измерения времени определения севера указана как «°»; поскольку значения приведены в секундах (180 с, 15 с, 160 с), в таблице указана единица «с»; Строка точности определения севера в изображении таблицы обрезана по краю ячейки; формула 0,2° × sec(L) и пояснение о вводе широты восстановлены по видимой части текста; Блок особенностей на странице источника отсутствует: пункты составлены по описанию изделия и таблице характеристик.

Технические характеристики (типичные значения)

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение
Точность определения севера (1σ, L — местная широта; при наклоне до ±5° широта не вводится, при больших углах наклона требуется ввод широты)	°	0,2 × sec(L)
Время определения севера (инициализация при включении 15 с, однократное определение севера 160 с)	с	< 180
Допустимый угол наклона установочной плоскости (тангаж и крен)	°	< ±20
Точность углов ориентации (тангаж и крен)	°	0,05
Напряжение питания	В	+9…+24
Ток в установившемся режиме	мА	≤ 200
Потребляемая мощность в установившемся режиме	Вт	≤ 2
Рабочая температура	°C	−20…+80
Температура хранения	°C	−20…+80
Масса	г	290
Габаритные размеры	мм	55 × 66,8 × 62,5
Интерфейс	—	RS-422

06

Волоконно-оптические гироскопы и системы

4 МОДЕЛИ В РАЗДЕЛЕ

Волоконно-оптические гироскопы (ВОГ) не имеют подвижных частей: чувствительным элементом служит катушка поляризационно-сохраняющего волокна, а угловая скорость определяется разностью фаз встречных световых пучков. Такая схема даёт малый дрейф, широкий диапазон и высокую стойкость к ударам и вибрации. В разделе — одноосный гироскоп END-F50, трёхосный моноблок END-FG-T40, инерциальный измерительный модуль END-IS-11S и интегрированная навигационная система END-IS-12G.

Как выбирать

Для построения собственной инерциальной системы выбирают отдельные гироскопы END-F50 или трёхосный блок END-FG-T40; если нужны готовые угловые скорости и ускорения — END-IS-11S; если требуются координаты, курс и скорость — END-IS-12G с комплексированием по GNSS.

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА РАЗДЕЛА

Модель	Диапазон	Стабильность нуля	Габариты / масса	Курс
END-F50	±500 °/с	≤ 0,1…0,3 °/ч	50 × 50 × 36,5 мм / ≤ 130 г	—
END-FG-T40	±1000 °/с	≤ 0,2 °/ч	112 × 112 × 77,5 мм / ≤ 1,18 кг	—
END-IS-11S	±1000 °/с	≤ 0,015 °/ч	179,6 × 179,6 × 145 мм / ≈ 6 кг	—
END-IS-12G	—	—	≤ 179,6 × 179,6 × 145,0 мм / ≈ 6 кг	0,05° (база 1 м)

END-F50

Волоконно-оптический гироскоп END-F50

Одноосный ВОГ среднего класса точности, три исполнения (A, C, E), интерфейс RS-422

END-F50 — одноосный волоконно-оптический гироскоп (ВОГ) полностью твёрдотельной конструкции, измеряющий угловую скорость вращения вокруг одной оси. Прибор рассчитан на задачи инерциальной навигации среднего и низкого класса точности: курсоуказание наземных объектов, курсовые системы воздушных судов, гирокомпасирование на море.

Гироскоп быстро выходит на режим, устойчив к вибрации и ударам, сохраняет работоспособность в широком диапазоне температур и обладает высокой стойкостью к магнитным помехам. Связь с потребителем — двунаправленный последовательный интерфейс RS-422: данные выдаются по внешнему сигналу запуска и проходят двойную проверку достоверности, а питание и сигналы подводятся через специализированный разъём.

Малые габариты и масса (50 × 50 × 36,5 мм, не более 130 г) позволяют встраивать гироскоп в малогабаритные инерциальные системы. Выпускаются исполнения A, C и E, различающиеся стабильностью смещения нуля, повторяемостью и коэффициентом случайного ухода.

ОСОБЕННОСТИ

- Полностью твёрдотельная конструкция без подвижных частей
- Быстрый запуск: время готовности менее 10 с
- Высокая надёжность и стойкость к вибрации (4,2 g, 20…2000 Гц) и ударным нагрузкам
- Работа в широком диапазоне температур: −40…+70 °C
- Высокая помехоустойчивость к магнитным полям: магнитная чувствительность не более 0,1 °/ч/Гс
- Двунаправленный последовательный интерфейс RS-422 с выдачей данных по внешнему запуску и двойной проверкой достоверности
- Малые габариты и масса: 50 × 50 × 36,5 мм, не более 130 г
- Три исполнения A, C и E с разным уровнем точности

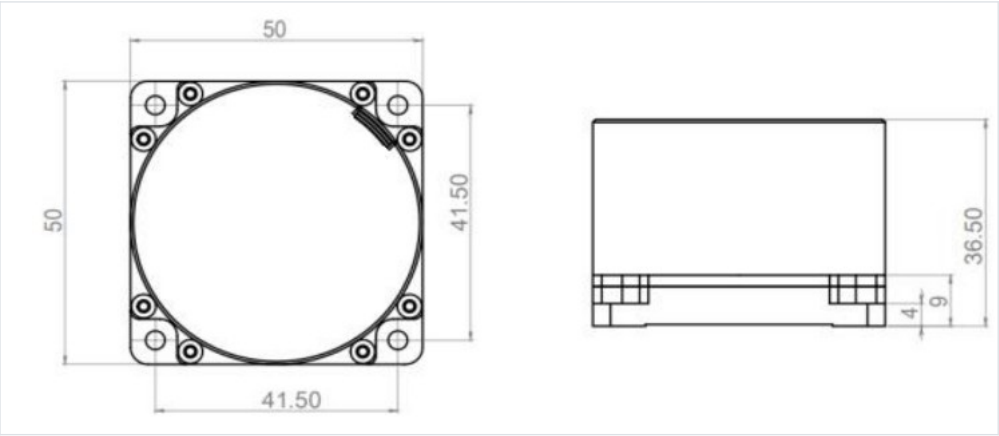
Применение. Курсоуказание и гирокомпасирование наземных объектов (североискатели); Курсовые системы (AHRS) воздушных судов; Морские гирокомпасы и компасные системы; Малогабаритные инерциальные навигационные системы; Системы стабилизации и наведения подвижных платформ.

Примечания. Исполнения A, C и E различаются стабильностью смещения нуля, повторяемостью и коэффициентом случайного ухода; диапазон измерений у всех исполнений одинаков; Данные выдаются по внешнему сигналу запуска и проходят двойную проверку достоверности; Питание и сигналы подводятся через специализированный разъём; Низкая магнитная чувствительность обеспечивает помехоустойчивость к магнитным полям.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Тип A	Тип C	Тип E
Диапазон измерений	°/с	±500	±500	±500
Стабильность смещения нуля (1σ, осреднение 10 с, 25 °C)	°/ч	≤ 0,3	≤ 0,2	≤ 0,1
Повторяемость смещения нуля	°/ч	≤ 0,3	≤ 0,2	≤ 0,1
Повторяемость смещения нуля во всём диапазоне температур	°/ч	≤ 0,8	≤ 0,8	≤ 0,5
Коэффициент углового случайного ухода	°/√ч	≤ 0,03	≤ 0,02	≤ 0,01
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	≤ 25	≤ 25	≤ 15
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	≤ 25	≤ 25	≤ 15
Время готовности	с	< 10	< 10	< 10
Магнитная чувствительность	°/ч/Гс	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1
Рабочая температура	°C	−40…+70	−40…+70	−40…+70
Температура хранения	°C	−50…+70	−50…+70	−50…+70
Условия вибрации	—	4,2 g, 20…2000 Гц	4,2 g, 20…2000 Гц	4,2 g, 20…2000 Гц
Масса	г	≤ 130	≤ 130	≤ 130
Габаритные размеры	мм	50 × 50 × 36,5	50 × 50 × 36,5	50 × 50 × 36,5
Интерфейс	—	RS-422	RS-422	RS-422

ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЁЖ · END-F50



Габаритный чертёж. Присоединительные и установочные размеры — в миллиметрах.

END-FG-T40

Трёхосный интегрированный волоконно-оптический гироскоп END-FG-T40

Три оси в одном корпусе, одно исполнение (тип A), RS-422, защита IP62

END-FG-T40 — трёхосный интегрированный волоконно-оптический гироскоп, измеряющий угловые скорости по трём осям на основе эффекта Саньяка. Прибор рассчитан на инерциальные системы навигации средней и высокой точности, системы позиционирования и определения ориентации, а также следящие системы стабилизации.

Три чувствительных контура ВОГ объединены в едином алюминиевом корпусе правильной формы; прибор компактен и лёгок, работоспособен в широком диапазоне температур, степень защиты корпуса — IP62. Связь с потребителем выполняется по дифференциальному последовательному интерфейсу RS-422.

По внешнему триггеру (переднему фронту) прибор выдаёт приращения углов по трём осям и данные температуры. Герметичная конструкция обеспечивает длительный срок хранения и устойчивость к внешним воздействиям, поэтому END-FG-T40 применяется как готовый трёхосный инерциальный чувствительный блок.

ОСОБЕННОСТИ

- Три ортогональных волоконно-оптических контура в едином корпусе — готовый трёхосный измеритель угловой скорости
- Измерение угловой скорости на основе эффекта Саньяка
- Алюминиевый корпус правильной геометрии, малые габариты и масса
- Работа в широком диапазоне температур, степень защиты IP62
- Дифференциальный последовательный интерфейс RS-422
- Выдача приращений углов по трём осям и данных температуры по внешнему триггеру
- Герметичная конструкция, длительный срок хранения, стойкость к внешним воздействиям

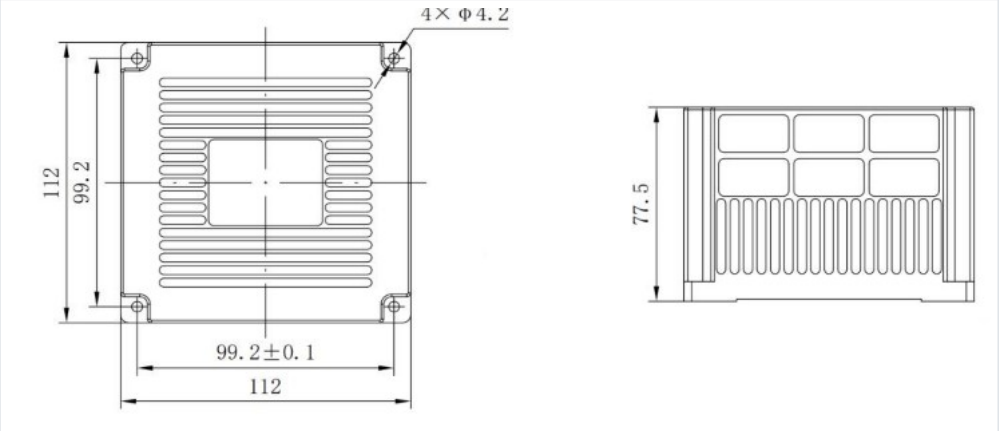
Применение. Инерциальные навигационные системы средней и высокой точности; Системы позиционирования и определения ориентации; Следящие системы стабилизации; Гирокомпасы и курсовые системы на волоконно-оптических гироскопах; Бесплатформенные инерциальные измерительные модули.

Примечания. Выпускается одно исполнение — тип A; Связь по дифференциальному последовательному интерфейсу RS-422, скорость 460 800 бод; Данные выдаются по внешнему триггеру (переднему фронту): приращения углов по трём осям и температура; Степень защиты корпуса — IP62; Габариты по чертежу: 112 × 112 × 77,5 мм, присоединительные отверстия 4 × Ø4,2, межцентровое расстояние 99,2 ± 0,1 мм.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Тип A
Диапазон измерений	°/с	±1000
Стабильность смещения нуля при постоянной температуре (10 с)	°/ч	≤ 0,2
Повторяемость смещения нуля при нормальной температуре	°/ч	≤ 0,2
Коэффициент углового случайного ухода	°/√ч	≤ 0,01
Масштабный коэффициент	LSB/°/с	228000 ± 4000
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	≤ 20
Асимметрия масштабного коэффициента	ppm	≤ 10
Скорость передачи данных	бод	460800
Полоса пропускания	Гц	> 200
Время готовности	с	≤ 3
Напряжение питания	В	DC 18…36
Потребляемая мощность в режиме запуска (нормальная температура)	Вт	≤ 10
Потребляемая мощность в режиме запуска (повышенная и пониженная температура)	Вт	≤ 12
Потребляемая мощность в установившемся режиме (нормальная температура)	Вт	≤ 4,5
Потребляемая мощность в установившемся режиме (повышенная и пониженная температура)	Вт	≤ 7,0
Частота обновления данных	Гц	200…500
Вибрация	Гц, g²/Гц	20…2000, 0,06
Ударная нагрузка	g, мс	200 g, 2 мс
Рабочая температура	°C	−45…+70
Температура хранения	°C	−55…+85
Масса	кг	≤ 1,18
Габаритные размеры	мм	112 × 112 × 77,5
Способ вывода данных	—	по внешнему триггеру
Интерфейс	—	RS-422

ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЁЖ · END-FG-T40



Габаритный чертёж. Присоединительные и установочные размеры — в миллиметрах.

END-IS-11S

Инерциальный измерительный модуль на волоконно-оптических гироскопах END-IS-11S

Базовое исполнение: триада ВОГ и триада кварцевых акселерометров, RS-422, до 200 Гц

END-IS-11S — высокоточный инерциальный измерительный модуль, объединяющий триаду волоконно-оптических гироскопов и триаду кварцевых акселерометров. Модуль синхронно измеряет угловые скорости и ускорения носителя по трём осям и предназначен для высокоточных инерциальных задач.

Параметры выходных данных настраиваются. Связь с потребителем выполняется по двум интерфейсам RS-422/RS-232, что позволяет выдавать измерения с высокой частотой — до 200 Гц. Модуль работоспособен в широком диапазоне температур, выдерживает вибрацию и удары.

Корпус герметичный и прочный, с высокой стойкостью к внешним воздействиям: END-IS-11S поставляется как законченное интегрированное средство инерциальных измерений, на основе которого строятся бесплатформенные навигационные системы и системы ориентации.

ОСОБЕННОСТИ

- Триада волоконно-оптических гироскопов и триада кварцевых акселерометров в одном корпусе
- Синхронный сбор угловых скоростей и ускорений по трём осям
- Настраиваемые параметры выходных данных
- Два интерфейса RS-422/RS-232 и высокочастотная выдача данных
- Работа в широком диапазоне температур, стойкость к вибрации и ударам
- Герметичный прочный корпус, высокая стойкость к внешним воздействиям

Применение. Высокоточные инерциальные навигационные системы; Бесплатформенные инерциальные системы и системы ориентации; Гирокомпасы и курсовые системы; Системы стабилизации и наведения; Стенды калибровки и испытаний инерциальных приборов.

Примечания. Выпускается одно исполнение — базовое (Standard Type); В описании указаны два интерфейса RS-422/RS-232, в таблице параметров — RS-422; Частота выдачи данных настраивается, максимальное значение — 200 Гц; Габариты по чертежу: 179,6 × 179,6 × 145 мм, присоединительные отверстия 4 × Ø6,5, межцентровое расстояние 156 ± 0,1 мм.

Технические характеристики — гироскопы

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение
Диапазон измерений	°/с	±1000
Стабильность смещения нуля (1σ, 10 с)	°/ч	≤ 0,015
Повторяемость смещения нуля (1σ)	°/ч	≤ 0,015
Стабильность смещения нуля во всём диапазоне температур (1σ, τ = 100 с)	°/ч	≤ 0,007
Угловой случайный уход	°/√ч	≤ 0,0015
Полоса пропускания	Гц	≥ 200
Нелинейность масштабного коэффициента	ppm	≤ 30
Повторяемость масштабного коэффициента	ppm	≤ 30

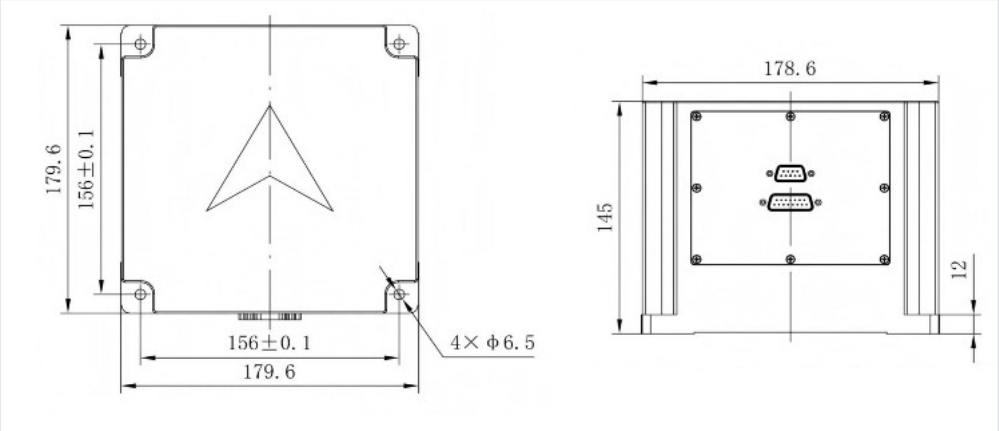
Технические характеристики — акселерометры

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение
Диапазон измерений	g	±10
Стабильность смещения нуля при нормальной температуре (1σ, τ = 10 с)	мкг	≤ 20
Повторяемость смещения нуля при нормальной температуре (1σ)	мкг	≤ 20
Стабильность смещения нуля во всём диапазоне температур (1σ, τ = 10 с)	мкг	≤ 20
Повторяемость смещения нуля во всём диапазоне температур (1σ)	мкг	≤ 20

Технические характеристики — прочие параметры

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение
Время готовности	с	≤ 3
Частота обновления данных (ODR)	Гц	до 200 (настраиваемая)
Напряжение питания	В	DC 18…36
Потребляемая мощность в режиме запуска (переходный режим)	Вт	≤ 25
Потребляемая мощность в установившемся режиме	Вт	≤ 20
Рабочая температура	°C	−45…+70
Температура хранения	°C	−55…+85
Случайная вибрация	Гц, g²/Гц	20…2000, 0,06
Ударная нагрузка	—	40 g, 11 мс
Масса	кг	≈ 6
Габаритные размеры	мм	≤ 179,6 × 179,6 × 145,0
Интерфейс	—	RS-422

ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЁЖ · END-IS-11S



Габаритный чертёж. Присоединительные и установочные размеры — в миллиметрах.

END-IS-12G

Интегрированная навигационная система на волоконно-оптических гироскопах END-IS-12G

Трёхосный ВОГ и всесистемный приёмник GNSS (1408 каналов), курс 0,05° по базе 1 м, RTK

END-IS-12G — интегрированная навигационная система, объединяющая трёхосный волоконно-оптический инерциальный измерительный модуль и всесистемный приёмник GNSS на 1408 каналах. Система в реальном времени выдаёт координаты, скорость, углы ориентации и курс носителя.

Комплексирование INS/GNSS и INS/одометр (по скорости колёс) выполняется фильтром Калмана с коррекцией по нулевой скорости (ZUPT), что подавляет рост погрешности при кратковременном пропадании спутникового сигнала. Реализованы RTK-позиционирование сантиметрового уровня, быстрое определение курса по двум разнесённым антеннам GNSS, измерение вертикальной качки, встроенный самоконтроль и калибровка плеча.

Прибор имеет несколько последовательных портов, работает в широком диапазоне температур, устойчив к вибрации и ударам и размещён в герметичном корпусе, что позволяет устанавливать его на наземные транспортные средства, морские суда и роботизированные платформы. Разборка и ремонт в месте эксплуатации не предусмотрены: при отказе изделие возвращается изготовителю.

ОСОБЕННОСТИ

- Трёхосный волоконно-оптический измерительный модуль и всесистемный приёмник GNSS (1408 каналов) в одном корпусе
- Комплексирование INS/GNSS и INS/одометр по скорости колёс на фильтре Калмана
- Коррекция по нулевой скорости (ZUPT) — подавление ухода при пропадании спутникового сигнала
- RTK-позиционирование сантиметрового уровня: 0,01 м + 1 ppm
- Определение курса по двум антеннам GNSS (0,05° при базе 1 м) и измерение вертикальной качки
- Встроенный самоконтроль и калибровка плеча
- Несколько последовательных портов, широкий диапазон температур, стойкость к вибрации и ударам
- Герметичный корпус для наземных, морских и роботизированных платформ

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Точность курса	**0,05° (база 1 м)**
Точность позиционирования	**1,5 м (CEP); RTK — 0,01 м + 1 ppm**
Точность ориентации	**0,02° (RMS, динамика)**
Время начальной выставки	**≤ 5 мин**
Габариты / масса	**≤ 179,6 × 179,6 × 145,0 мм / ≈ 6 кг**

Применение. Навигация наземных подвижных объектов и автомобильного транспорта; Морские суда и плавсредства; Роботизированные и беспилотные платформы; Системы стабилизации и наведения; Геодезическая привязка и картографические съёмки.

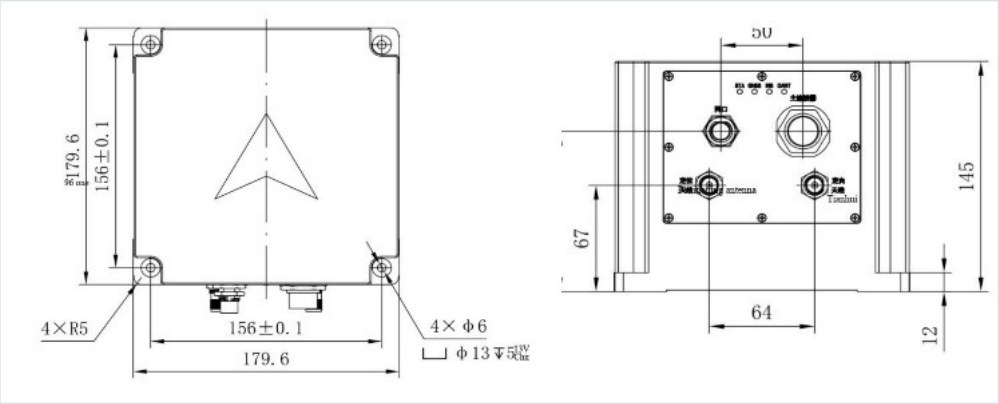
END-IS-12G Интегрированная навигационная система на волоконно-оптических гироскопах END-IS-12G

Примечания. Точность курса 0,05° достигается при работе по спутникам с базой между антеннами 1 м; в остальных режимах — 0,2° (RMS, динамика) и 0,1° (RMS, статика); Точность позиционирования 1,5 м (CEP) относится к режиму одиночного позиционирования; в режиме RTK — 0,01 м + 1 ppm; Частота выдачи навигационных данных — до 200 Гц (конфигурируется), частота обновления приёмника GNSS — до 20 Гц; Поддерживаются калибровка плеча (lever arm) и встроенный самоконтроль; Корпус герметичный: разборка и ремонт в месте эксплуатации не предусмотрены, при отказе изделие возвращается на предприятие-изготовитель; При хранении и транспортировании действуют ограничения по температуре, влажности и магнитному полю.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение
Точность позиционирования в одиночном режиме	м	1,5 (CEP)
Точность позиционирования в режиме RTK	м	0,01 + 1 ppm (CEP)
Точность определения скорости	м/с	0,01
Диапазон измерений углов ориентации	°	тангаж ±90, крен ±180
Точность по тангажу (RMS)	°	0,02 (динамика), 0,01 (статика)
Точность по крену (RMS)	°	0,02 (динамика), 0,01 (статика)
Диапазон измерений курса	°	±180
Точность курса	°	0,05 (по спутникам, база 1 м); 0,2 (RMS, динамика), 0,1 (RMS, статика)
Время начальной выставки	мин	≤ 5
Число каналов приёмника GNSS	—	1408
Принимаемые сигналы GNSS	—	BDS: B1I, B2I, B3I, B1C, B2b; GPS: L1C/A, L2C, L2P(Y), L5; GLONASS: G1, G2; Galileo: E1, E5a, E5b, E6; QZSS: L1C/A, L2C, L5, L6; SBAS: L1C/A
Точность одиночного позиционирования GNSS (RMS)	м	плоскость 1,5, высота 3,0
Точность позиционирования по DGPS (RMS)	м	плоскость 0,4, высота 0,8
Точность позиционирования в RTK (RMS)	см	плоскость 1 + 1 ppm, высота 1,5 + 1 ppm
Точность определения направления (RMS)	°	0,1 на базе 1 м
Точность по времени (RMS)	нс	20
Точность определения скорости по GNSS (RMS)	м/с	0,03
Холодный старт GNSS	с	< 30
Дифференциальные данные	—	RTCM V3.X
Частота обновления данных GNSS	Гц	до 20
Частота выдачи данных (ODR)	Гц	до 200 (конфигурируется)
Напряжение питания	В	DC 18…36
Пиковая потребляемая мощность (при запуске)	Вт	≤ 30
Потребляемая мощность в установившемся режиме	Вт	≤ 20
Рабочая температура	°C	−40…+60
Температура хранения	°C	−55…+85
Случайная вибрация	Гц, g²/Гц	20…2000, 0,06
Ударная нагрузка (пилообразный импульс)	—	40 g, 11 мс
Масса	кг	≈ 6
Габаритные размеры	мм	≤ 179,6 × 179,6 × 145,0
Интерфейс	—	RS-422, RS-232

ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЁЖ · END-IS-12G



Габаритный чертёж. Присоединительные и установочные размеры — в миллиметрах.

07

Инерциальные модули на SIPH-гироскопах

1 МОДЕЛЬ В РАЗДЕЛЕ

SIPH (silicon photonics) — интегральная фотоника на кремнии: оптический контур гироскопа выполняется в виде фотонной интегральной схемы, что снижает массу и энергопотребление при сохранении точности волоконно-оптической схемы. Модуль END-IS-Z1 объединяет трёхосный SIPH-гироскоп и трёхосевой акселерометр в корпусе малого размера.

Как выбирать

Модуль предназначен для платформ с жёсткими ограничениями по массе и энергопотреблению, где требуется точность волоконно-оптического класса: беспилотные аппараты, стабилизированные платформы, морские и наземные системы.

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА РАЗДЕЛА

Модель	Диапазон	Стабильность нуля	Габариты / масса
END-IS-Z1	±800 °/с	≤ 1 °/ч	63 × 63 × 25 мм / 200 г

END-IS-Z1

Инерциальный измерительный модуль на SIPH-гироскопах END-IS-Z1

Базовое исполнение: триада SiPh-гироскопов и триада акселерометров, RS-422, 63 × 63 × 25 мм

END-IS-Z1 — трёхосный интегрированный инерциальный измерительный модуль, объединяющий кремниевые фотонные (SiPh) гироскопы и трёхосный акселерометр. Модуль измеряет три составляющие угловой скорости и линейного ускорения носителя и предназначен для определения углов ориентации и параметров движения.

Конструкция монолитная и полностью герметичная, с выделенным разъёмом; обмен данными идёт по интерфейсу RS-422. В комплект документации входят требования по монтажу, питанию и протоколу обмена, что упрощает интеграцию модуля в системы верхнего уровня.

Модуль сохраняет стабильность характеристик при длительном хранении, для него заданы условия транспортирования и хранения. Прибор не требует обслуживания: разборка и ремонт в месте эксплуатации не предусмотрены, при отказе изделие возвращается изготовителю.

ОСОБЕННОСТИ

- Кремниевые фотонные (SiPh) гироскопы и трёхосный акселерометр в одном корпусе
- Измерение трёх составляющих угловой скорости и линейного ускорения
- Монолитная полностью герметичная конструкция с выделенным разъёмом
- Передача данных по интерфейсу RS-422
- Полное описание монтажа, питания и протокола обмена в комплекте документации
- Стабильность характеристик при длительном хранении
- Малые габариты и масса: 63 × 63 × 25 мм, 200 г
- Не требует обслуживания: разборка и ремонт на месте не предусмотрены

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон гироскопа	**±800 °/с**
Стабильность смещения нуля	**≤ 1 °/ч**
Угловой случайный уход	**≤ 0,1 °/√ч**
Диапазон акселерометра	**±30 g**
Габариты / масса	**63 × 63 × 25 мм / 200 г**

Применение. Определение углов ориентации и параметров движения носителей; Инерциальные навигационные системы и курсовые системы; Системы стабилизации и наведения; Беспилотные и роботизированные платформы; Наземные и морские подвижные объекты.

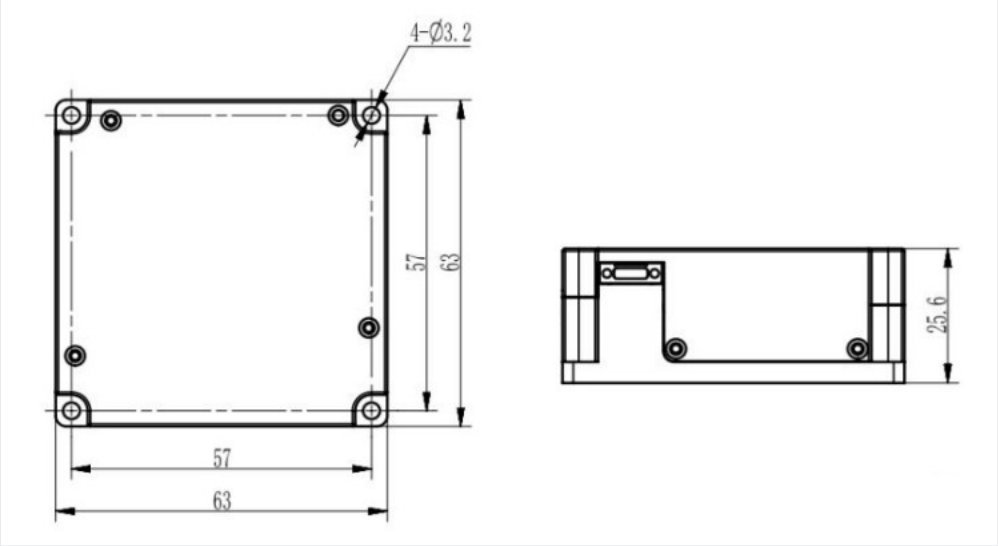
END-IS-Z1 Инерциальный измерительный модуль на SIPH-гироскопах END-IS-Z1

Примечания. Выпускается одно исполнение — базовое (Standard Type); В англоязычных подписях строк PDF для нелинейности, асимметрии и повторяемости масштабного коэффициента ошибочно указано «Angle Random Walk (ARW)»; перевод выполнен по китайским названиям параметров; Стабильность смещения нуля при +70 °C и −45 °C приведена для фиксированной температуры (10 с, 1σ), во всём диапазоне — для 100 с, 1σ; Габариты по чертежу: 63 × 63 мм по корпусу, высота 25,6 мм, межцентровое расстояние 57 × 57 мм, крепёжные отверстия 4 × Ø3,2 мм; Разборка и ремонт в месте эксплуатации не предусмотрены: при отказе модуль возвращается изготовителю.

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Базовое исполнение
Диапазон измерений гироскопа	°/с	±800
Стабильность смещения нуля гироскопа при комнатной температуре (10 с, 1σ)	°/ч	≤ 1
Стабильность смещения нуля гироскопа при +70 °C (10 с, 1σ)	°/ч	≤ 1
Стабильность смещения нуля гироскопа при −45 °C (10 с, 1σ)	°/ч	≤ 1
Стабильность смещения нуля гироскопа во всём диапазоне температур (−45…+70 °C, 100 с, 1σ)	°/ч	≤ 2
Повторяемость смещения нуля гироскопа (25 °C, 1σ)	°/ч	≤ 2
Коэффициент углового случайного ухода	°/√ч	≤ 0,1
Нелинейность масштабного коэффициента гироскопа	ppm	50
Асимметрия масштабного коэффициента (25 °C)	ppm	50
Повторяемость масштабного коэффициента гироскопа	ppm	50
Порог чувствительности (25 °C)	°/ч	0,5
Полоса пропускания	Гц	≥ 400
Диапазон измерений акселерометра	g	±30
Стабильность смещения нуля акселерометра при комнатной температуре (10 с, 1σ)	мг	≤ 0,5
Стабильность смещения нуля акселерометра во всём диапазоне температур (−45…+70 °C, 100 с, 1σ)	мг	≤ 1
Повторяемость смещения нуля акселерометра	мг	≤ 0,5
Время готовности	с	≤ 3
Частота обновления данных	Гц	≤ 1000
Напряжение питания	В	+5 ± 0,3
Потребляемая мощность в переходном режиме	Вт	≤ 9
Потребляемая мощность в установившемся режиме	Вт	≤ 7
Максимальная потребляемая мощность во всём диапазоне температур (−45…+70 °C)	Вт	≤ 9
Рабочая температура	°C	−45…+70
Масса	г	200 ± 20
Габаритные размеры	мм	63 × 63 × 25
Интерфейс	—	RS-422

ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЁЖ · END-IS-Z1



Габаритный чертёж. Присоединительные и установочные размеры — в миллиметрах.

08

Испытательное оборудование и стенды

7 МОДЕЛЕЙ В РАЗДЕЛЕ

Собственная метрологическая база — обязательное условие серийного выпуска инерциальных датчиков. Компания поставляет автоматизированные стенды для определения смещения нуля, масштабного коэффициента, нелинейности и их температурных зависимостей: центробежные, вибрационные, климатические и барометрические комплексы с автоматическим управлением, сбором и хранением данных.

Как выбирать

Стенды комплектуются поворотными столами с делительной точностью до 1″ и многоканальными АЦП; программное обеспечение ведёт базу данных, строит графики, рассчитывает температурные коэффициенты и формирует протоколы. Поставка — с учётом требований заказчика по числу каналов и диапазонам температур.

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА РАЗДЕЛА

Модель	Диапазон	Питание
Центробежный стенд	±0,5…±70 g	—
Стенд центробежного контроля	±0,5…±70 g	±15 ±0,5 В
Вибрационный комплекс	2…3000 Гц	24 / 24
Термостатируемый комплекс	−70…+180 °C	—
Комплекс комплексных испытаний	40…80 °C	—
Комплекс динамических испытаний	100 мкВ…100 В	—
Барометрический комплекс	—	±15 ± 0,5 В

Центробежный стенд

Прецизионный центробежный испытательный стенд

Диапазон ±0,5…±70 g, автоматический режим, оснастка на четыре изделия

Центробежный испытательный стенд воспроизводит эталонное ускорение и служит для калибровки кварцевых инерциальных устройств во всём рабочем диапазоне с разделением параметров модели погрешностей. Ускорение задаётся частотой вращения прецизионного стола, что позволяет получать воспроизводимые значения от ±0,5 до ±70 g с погрешностью измерения 5×10^{-5} (k = 1).

В состав входят центробежный стол диаметром 0,9 м с рабочим радиусом около 0,45 м и грузоподъёмностью 15 кг, два цифровых мультиметра Keysight 34420A (7,5 разряда), 20-канальный токосъёмник, многоканальный автоматический коммутатор со встроенным термостатированным масляным термостатом для высокоточных измерительных резисторов, промышленный компьютер Advantech 610H с KVM-консолью, блок управления столом, шкаф 27U и специализированное программное обеспечение.

Работа ведётся в автоматическом режиме: оператор задаёт программу, а компьютер управляет частотой вращения (20…340 об/мин), измеряет динамический радиус и выходной сигнал изделия. Оснастка на четыре изделия допускает установку в азимутах 0 и 180°, поэтому калибровка выполняется и при положительных, и при отрицательных ускорениях; погрешность установки не превышает 3′ по азимуту и 10″ по углу места.

Стол рассчитан на непрерывную работу 8 ч, наработка на отказ превышает 2000 ч. Предусмотрены самопроверка и защита при аварийных ситуациях — обязательные требования для крупногабаритного вращающегося оборудования.



Общий вид — Центробежный стенд

ОСОБЕННОСТИ

- Воспроизведение эталонного ускорения в диапазоне ±0,5…±70 g
- Два прецизионных мультиметра Keysight 34420A (7,5 разряда) в измерительном тракте
- Термостатированный масляный термостат для высокоточных измерительных резисторов
- 20-канальный токосъёмник с изменением переходного сопротивления менее 0,05 Ом
- Оснастка на четыре изделия с установкой в азимутах 0 и 180°
- Автоматическое управление частотой вращения и измерение динамического радиуса и выходного сигнала изделия
- Функция самопроверки оборудования
- Непрерывная работа 8 ч, наработка на отказ более 2000 ч

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон ускорений	**±0,5…±70 g**
Погрешность измерения ускорения (k = 1)	**5×10^{-5} g**
Диаметр стола / рабочий радиус	**0,9 м / ≈ 0,45 м**
Число каналов токосъёмника	**20**
Наработка на отказ (MTBF)	**> 2000 ч**

Применение. Калибровка и аттестация кварцевых акселерометров; Определение параметров модели погрешностей по результатам испытаний; Приёмо-сдаточные и периодические испытания инерциальных датчиков; Испытания при положительных и отрицательных ускорениях; Метрологическое обеспечение производства кварцевых инерциальных устройств.

Центробежный стенд Прецизионный центробежный испытательный стенд

Примечания. Обозначение модели в источнике не приведено; Предусмотрена функция самопроверки оборудования; Управление автоматическое: частота вращения, динамический радиус и выходной сигнал изделия измеряются по командам оператора с промышленного компьютера; Азимут установки изделия задаётся не менее 0 или 180°, что обеспечивает калибровку при положительных и отрицательных ускорениях; Центрифуга относится к крупногабаритному вращающемуся оборудованию, поэтому конструкция предусматривает защиту при аварийных ситуациях; В оснастке одновременно размещаются четыре изделия.

Состав комплекса

Наименование	Кол-во
Промышленный компьютер Advantech 610H и промышленная KVM-консоль 5U	1
Цифровой мультиметр Keysight 34420A (7,5 разряда)	2
Многоканальный автоматический коммутатор со встроенным термостатированным масляным термостатом для размещения высокоточных измерительных резисторов	1
Прецизионный центробежный поворотный стол	1
Специализированное программное обеспечение	1
Испытательный шкаф 27U с панелью 4U	1
Блок управления поворотным столом	1
Монтажная оснастка	4

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Значение
Диапазон воспроизводимых ускорений	g	±0,5…±70
Погрешность измерения ускорения (k = 1) при 0,5…1 g	g	5×10^{-5}
Погрешность измерения ускорения (k = 1) при 1…70 g	g	5×10^{-5}
Диапазон частоты вращения	об/мин	20…340
Погрешность измерения частоты вращения (k = 1)	—	2×10^{-5}
Разрешение задания частоты вращения	об/мин	2×10^{-4}
Стабильность частоты вращения (среднее за 1 мин)	—	$< 2\times10^{-5}$
Повторяемость частоты вращения	—	$< 1{,}5\times10^{-6}$
Диаметр стола	м	0,9
Рабочий радиус	м	≈ 0,45
Задаваемый азимут установочной базы изделия	°	не менее 0 или 180
Погрешность установки по азимуту	′	≤ 3
Погрешность установки по углу места	″	≤ 10
Угол между осью вращения шпинделя и вертикалью	″	≤ 20
Число каналов токосъёмника	—	20 (по два провода на канал)
Изменение переходного сопротивления токосъёмника	Ом	< 0,05
Сопротивление изоляции токосъёмника	МОм	300 (при 500 В пост. тока)
Рабочий ток токосъёмника	А	1
Грузоподъёмность (с оснасткой)	кг	15
Число одновременно устанавливаемых изделий	шт.	4
Время непрерывной работы	ч	8
Наработка на отказ (MTBF)	ч	> 2000

Стенд центробежного контроля

Стенд функционального центробежного контроля

Диапазон ±0,5…±70 g, контроль изделия целиком или отдельного чувствительного элемента

Стенд предназначен для качественного анализа кварцевых инерциальных устройств во всём диапазоне измерений и обеспечивает их отбраковку перед прецизионными испытаниями по ускорению. Вращающийся стол создаёт центробежную силу: изделие, закреплённое на центробежной руке, нагружается ускорением $a = \omega^2 r$, поэтому его выходной сигнал растёт вместе с частотой вращения ω.

Выходной сигнал кварцевого инерциального устройства — постоянный ток, стабильность и точность которого напрямую зависят от содержания переменной составляющей. Напряжение на измерительном резисторе подаётся на осциллограф, и переменная составляющая сигнала видна на экране в явном виде; это позволяет судить о качестве изделия без сложной обработки данных.

В состав входят функциональный поворотный стол (осевой узел, поворотный диск, основание и моментный двигатель), основание центрифуги, осциллограф XJ4323 с полосой 50 МГц и две пары монтажной оснастки. За один цикл проверяется одно изделие — как целая сборка с электроникой, так и отдельный чувствительный элемент или капсула без электроники.

Стол обеспечивает ускорения от ±0,5 до ±70 g при диаметре стола не менее 0,6 м и грузоподъёмности не менее 10 кг. Питание изделия — ±15 ±0,5 В с пульсациями не более 10 мВ (Vrms), управление центрифугой — 0…100 В при токе 10 А с пульсациями не более 75 мВ.



Общий вид — Стенд центробежного контроля

ОСОБЕННОСТИ

- Отбраковка кварцевых инерциальных устройств по результатам функциональных испытаний под действием центробежного ускорения
- Проверка как изделия целиком (с электроникой), так и отдельного чувствительного элемента или капсулы без электроники
- Оценка стабильности постоянного тока по уровню переменной составляющей на измерительном резисторе
- Осциллограф XJ4323 с полосой 50 МГц на каждый из двух аналоговых каналов
- Поворотный стол на основе осевого узла, диска, основания и моментного двигателя
- 20-канальный токосъёмник с изменением переходного сопротивления менее 0,05 Ом
- Диапазон ускорений ±0,5…±70 g при диаметре стола не менее 0,6 м

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон ускорений	**±0,5…±70 g**
Диаметр стола	**≥ 0,6 м**
Напряжение питания изделия	**±15 ±0,5 В**
Пульсации питания изделия	**≤ 10 мВ (Vrms)**
Грузоподъёмность	**≥ 10 кг**

Применение. Входной и выходной контроль кварцевых акселерометров; Отбраковка изделий по результатам функциональных испытаний; Приёмо-сдаточные испытания в серийном производстве датчиков; Анализ шумов и переменной составляющей выходного сигнала; Метрологическое сопровождение производства инерциальных датчиков.

Стенд центробежного контроля Стенд функционального центробежного контроля

Примечания. Обозначение модели в источнике не приведено; Поворотный стол включает осевой узел, поворотный диск, основание и моментный двигатель; За один цикл проверяется одно изделие — целиком либо отдельный чувствительный элемент без электроники; Переменная составляющая выходного сигнала контролируется осциллографом по напряжению на измерительном резисторе; В разделе требований к питанию указаны также прямоугольная и синусоидальная формы сигнала с частотой до 10 МГц.

Состав комплекса

Наименование	Кол-во
Система функционального центробежного контроля	1
Осциллограф XJ4323	1
Станина центрифуги	1
Монтажная оснастка № 1	2
Монтажная оснастка № 2	2

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Значение
Напряжение питания изделия	В	±15 ±0,5 (постоянный ток)
Пульсации напряжения питания изделия (Vrms)	мВ	≤ 10
Напряжение питания системы управления центрифугой	В	0…100 (постоянный ток)
Ток системы управления центрифугой	А	10
Пульсации напряжения питания	мВ	≤ 75
Форма сигнала	—	прямоугольная и синусоидальная, до 10 МГц
Диапазон ускорений	g	±0,5…±70
Диаметр стола	м	≥ 0,6
Число каналов токосъёмника	—	20 (по два провода на канал)
Изменение переходного сопротивления токосъёмника	Ом	< 0,05
Сопротивление изоляции токосъёмника	МОм	300 (при 500 В пост. тока)
Грузоподъёмность	кг	≥ 10

Параметры осциллографа XJ4323

Параметр	Значение
Число аналоговых каналов	2
Полоса пропускания каждого канала	50 МГц
Дисплей	цветной жидкокристаллический, 320 × 234
Запоминающие устройства и интерфейсы	USB-накопитель, подключаемый без настройки, USB-принтер; обновление ПО через USB
Регулировка яркости луча	есть
Автоматическая установка сигнала и состояния	AUTO
Сохранение данных	сигнал, настройки, файлы CSV и растровые изображения; воспроизведение сигнала и настроек
Задержанная развёртка	плавная, с детализацией фрагмента сигнала
Автоматические измерения	20 параметров сигнала
Автоматическое слежение курсорами	есть
Запись и воспроизведение сигнала	есть
Встроенное БПФ (FFT)	есть
Цифровые фильтры	LPF, HPF, BPF, BRF
Контроль Pass/Fail	есть, выход с оптоэлектронной развязкой
Математические операции над сигналами	есть
Чувствительность запуска	регулируемая
Меню и справка	многоязычное меню, всплывающие меню; справка и ввод на китайском и английском языках

Вибрационный комплекс

Вибрационный испытательный комплекс

Два вибростенда, 24 канала АЦП и питания, диапазон 2…3000 Гц

Комплекс предназначен для стресс-скрининга кварцевых инерциальных устройств и анализа их сигналов до вибрации, в процессе вибрации и после неё — с выявлением скрытых дефектов продукции. В составе комплекса 24 канала высокоскоростного аналого-цифрового преобразования и сбора данных, которые одновременно обслуживают 24 изделия, получающие питание от того же блока.

Основу составляют электродинамический вибростенд с номинальной нагрузкой 150 кг и механический вибростенд, промышленный компьютер Advantech 610H с выдвижной KVM-консолью 17 дюймов, блок АЦП и сбора данных в исполнении 3U, специализированный шкаф 15U с коммутацией и панелью системы, а также программное обеспечение сбора и анализа данных.

Выходные токи изделий оцифровываются поканально: входной диапазон платы АЦП — ±3 или ±15 мА, поддиапазон выбирается сменой измерительного резистора. Погрешность канала нормируется по температурным коэффициентам смещения нуля (не более 2 мкА/°C) и масштабного коэффициента (не более 3 ppm/°C), по стабильности за 8 ч, линейности (не более 10 ppm) и времени готовности (не более 20 с).

Электродинамический вибростенд работает в полосе 2…3000 Гц, обеспечивает максимальное перемещение 51 мм (пиковое значение) и нагрузку до 150 кг; диаметр стола 240 мм с резьбой M8, масса стенда 1472 кг, питание 380 В ±10 %. Для размещения требуется пол с горизонтальностью 3 %, температура 5…35 °C и влажность менее 85 %.



Общий вид — Вибрационный комплекс

ОСОБЕННОСТИ

- Стресс-скрининг кварцевых инерциальных устройств и отбраковка скрытых дефектов
- 24 канала высокоточного АЦП и 24 канала питания изделий в одном блоке 3U
- Сбор и анализ данных до, во время и после вибрации
- Электродинамический вибростенд 1 т и механический вибростенд в составе комплекса
- Промышленный компьютер Advantech 610H с выдвижной KVM-консолью 17 дюймов
- Специализированное программное обеспечение сбора и анализа данных
- Полоса рабочих частот 2…3000 Гц, максимальное перемещение 51 мм, нагрузка до 150 кг

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон частот	**2…3000 Гц**
Максимальное перемещение	**51 мм (пиковое значение)**
Номинальная нагрузка	**150 кг**
Каналы АЦП / питания	**24 / 24**
Линейность канала АЦП	**≤ 10 ppm**

Применение. Стресс-скрининг кварцевых акселерометров и инерциальных датчиков; Выявление скрытых производственных дефектов; Приёмо-сдаточные и периодические виброиспытания; Анализ поведения датчиков до, в процессе и после вибрации; Метрологическое сопровождение серийного выпуска.

Вибрационный комплекс Вибрационный испытательный комплекс

Примечания. Обозначение модели в источнике не приведено; Питание установки — однофазная сеть 220 В ±10 %, 50 Гц ±5 %; питание электродинамического вибростенда — 380 В ±10 %; Питание платы АЦП: +15 ±0,5 В, −15 ±0,5 В, +5 ±0,2 В; Требования к помещению: горизонтальность пола 3 %, температура 5…35 °C, относительная влажность менее 85 %; Блок АЦП и сбора данных выполнен в исполнении 3U, шкаф комплекса — 15U.

Состав комплекса

Наименование	Кол-во
Электродинамический вибростенд (1 т)	1
Механический вибростенд	1
Промышленный компьютер Advantech 610H и промышленная KVM-консоль 5U	1
Многоканальный блок АЦП и сбора данных 3U: питание 24 изделий, 24 канала высокоточного АЦП	1
Специализированный шкаф 15U (коммутация и панель системы 4U)	1
Специализированное программное обеспечение сбора и анализа данных	1

Технические характеристики вибростендов

Параметр	Ед. изм.	Значение
Напряжение питания установки (однофазная сеть)	В	220 ±10 %
Частота питающей сети	Гц	50 ±5 %
Напряжение питания электродинамического вибростенда	В	380 ±10 % (переменный ток)
Сечение кабеля питания вибростенда	мм²	10
Диапазон рабочих частот	Гц	2…3000
Номинальное синусоидальное ускорение	—	2 м/с (пиковое значение)
Максимальное перемещение	мм	51 (пиковое значение)
Номинальная нагрузка	кг	150
Частота виброизоляции	Гц	< 3
Габаритные размеры (Д × Ш × В)	мм	1122 × 750 × 975
Диаметр стола	мм	240
Резьба крепёжных отверстий стола	—	M8
Масса вибростенда	кг	1472
Требуемая горизонтальность пола	%	3
Температура окружающей среды при работе	°C	5…35
Относительная влажность	%	< 85

Параметры модуля АЦП и сбора данных

Параметр	Ед. изм.	Значение
Число каналов АЦП	—	24
Число каналов питания изделий	—	24
Конструктивное исполнение	—	блок 3U
Напряжение питания платы АЦП	В	+15 ±0,5 / −15 ±0,5 / +5 ±0,2
Рабочая температура	°C	−40…+85
Температура хранения	°C	−55…+125

Метрологические характеристики канала АЦП

Параметр	Ед. изм.	Значение	Условия испытаний
Диапазон входного сигнала	мА	±3 и ±15 (два поддиапазона)	Переключение изменением измерительного резистора
Температурный коэффициент смещения нуля	мкА/°C	≤ 2	От −40 до +85 °C, через каждые 5 °C по 100 с; вход 0; после стабилизации температуры выдержка 1 ч
Температурный коэффициент масштабного коэффициента	ppm/°C	≤ 3	От −40 до +85 °C, через каждые 5 °C по 100 с; вход ±1 мА; после стабилизации температуры выдержка 1 ч
Стабильность смещения нуля	мкА	≤ 2	Вход 0 мА, запись выхода в течение 8 ч, расчёт стандартного отклонения
Стабильность масштабного коэффициента	ppm	≤ 3	Вход ±1 мА, запись выхода в течение 8 ч, расчёт стандартного отклонения
Время готовности	с	≤ 20	Через 20 с после включения устанавливается рабочий режим
Линейность	ppm	≤ 10	Вход 0…±3 мА или 0…15 мА

Конфигурация промышленного компьютера и KVM-консоли

Параметр	Значение
Модель промышленного компьютера	IPC-610H
Процессор	Intel Core i7-6700
Объём оперативной памяти	8 ГБ
Накопитель	1 ТБ
Системная плата	705
Видеовыход	VGA
Последовательные порты	10 (8 × RS-232, 2 × RS-485)
Порты USB	8
Слоты расширения	2 × PCI
Монитор	17″ в составе консоли, разрешение 1280 × 1024 при 75 Гц
Устройства ввода	Сенсорная панель, клавиатура на 104 клавиши с цифровым блоком
Функции KVM	поддержка DDC2B, переключение PS/2 и USB, выдвижное исполнение, управление 1 компьютером
Поддерживаемые операционные системы	Microsoft Windows, Linux, Unix

Термостатируемый комплекс

Автоматический комплекс испытаний во всём диапазоне температур

48 приборов одновременно, термокамера −70…+180 °C

Комплекс представляет собой автоматизированную установку для испытаний кварцевых инерциальных приборов во всём диапазоне рабочих температур. В заданных температурных точках измеряются смещение нуля K0, масштабный коэффициент K1 и коэффициент квадратичной нелинейности K2, вычисляются температурные коэффициенты смещения нуля ΔK0 и масштабного коэффициента ΔK1 при произвольном выборе точек в диапазоне −55…+85 °C. Дополнительно определяются температурный гистерезис, повторяемость характеристик в разных температурных точках и дрейф показаний при 0 g во всём температурном диапазоне.

В состав входят промышленный компьютер Advantech IPC-610H с выдвижным пультом KVM, многоканальный блок АЦП и сбора данных (32-разрядный АЦП, 48 каналов), автоматический многозубый делительный стол с точностью деления 1″, термокамера с диапазоном −70…+180 °C, а также испытательный шкаф и мраморное основание на демпфированных опорах.

Цикл испытаний полностью автоматизирован: комплекс разворачивает стол в заданные положения, стабилизирует и измеряет температуру, собирает и сохраняет данные. Программное обеспечение ведёт базу данных с поиском, расчётами и графическим анализом, формирует протоколы для печати. Одновременно испытываются 48 приборов, вмешательство оператора в цикл не требуется.



Общий вид — Термостатируемый комплекс

ОСОБЕННОСТИ

- Одновременное испытание 48 кварцевых инерциальных приборов в автоматическом режиме
- Измерение смещения нуля K0, масштабного коэффициента K1 и квадратичной нелинейности K2 в заданных температурных точках
- Расчёт температурных коэффициентов ΔK0 и ΔK1 в диапазоне −55…+85 °C с произвольным выбором точек
- Оценка температурного гистерезиса, повторяемости в разных температурных точках и дрейфа при 0 g во всём диапазоне температур
- Автоматический разворот делительного стола, стабилизация температуры, сбор и хранение данных без участия оператора
- База данных с поиском, расчётами, графическим анализом и выводом протоколов на печать
- Термокамера с диапазоном −70…+180 °C, неравномерностью не более 2,0 °C и регулированием мощности компрессора
- Точность деления автоматического стола не хуже 1″ при повторяемости позиционирования 0,5″

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Число приборов	**48 одновременно**
Диапазон термокамеры	**−70…+180 °C**
Точность деления стола	**≤ 1″**
АЦП	**32 разряда, 48 каналов**

Применение. Приёмо-сдаточные и квалификационные испытания кварцевых акселерометров; Определение температурных коэффициентов смещения нуля и масштабного коэффициента; Термокомпенсация и калибровка инерциальных датчиков; Оценка температурного гистерезиса и повторяемости параметров партии; Входной контроль приборов у потребителя; Метрологическая аттестация и исследования при разработке.

Термостатируемый комплекс Автоматический комплекс испытаний во всём диапазоне температур

Примечания. Температурные точки для расчёта ΔK0 и ΔK1 задаются произвольно в диапазоне −55…+85 °C; Испытываемые приборы питаются двухполярным напряжением ±15 В от отдельного источника с током до 2 А; Хладагент холодильной системы — HFC R404a + R23; компрессор герметичный, производства Франции.

Состав комплекса

Наименование	Кол-во	Примечание
Промышленный компьютер Advantech 610H и промышленный пульт KVM, 5U	1	—
Многоканальный блок АЦП и сбора данных, 32-разрядный АЦП, 48 каналов, корпус 3U	1	—
Специализированное программное обеспечение	1	—
Испытательный шкаф 19U с панелью 4U	1	—
Автоматический многозубый делительный стол	1	Погрешность деления 1″
Мраморная плита	1	500 × 500 × 150 мм, с Т-образными пазами для крепления
Опора мраморной плиты	1	522 × 522 × 620 мм, 4 демпферные опоры Ø100, профиль 80

Условия эксплуатации

Параметр	Значение
Электропитание	однофазная сеть переменного тока 220 В ±10 %, 50 Гц ±2 %
Питание кварцевых приборов	двухканальный выход ±15 В
Максимальный выходной ток	2 А
Пульсации напряжения питания	≤ 75 мВ
Относительная влажность	≤ 70 %
Температура окружающей среды	25 °C (нормальные условия)

Параметры программно-управляемого многозубого делительного стола

Параметр	Ед. изм.	Значение
Разрешение	—	30′
Погрешность деления	″	≤ 1
Повторяемость позиционирования	″	≤ 0,5
Несущая способность	кг/см²	20
Диаметр рабочего стола	мм	Ø205
Максимальные габариты стола	мм	376 × 374 × 130
Габариты блока управления	мм	400 × 270 × 110
Рабочее положение	—	задняя сторона вертикально

Параметры термокамеры

Параметр	Ед. изм.	Значение
Полезный объём	л	181
Внутренние размеры	мм	550 × 660 × 550 (прибл.)
Габаритные размеры	мм	790 × 1590 × 1290 (прибл.)
Диапазон температур	°C	−70…+180
Скорость нагрева	°C/мин	3,2 (нелинейная, без нагрузки), 25 °C → 150 °C
Скорость охлаждения	°C/мин	3,2 (нелинейная, без нагрузки), 25 °C → −50 °C
Разрешающая способность	°C	0,1
Колебание температуры	°C	±0,5
Неравномерность температуры	°C	≤ 2,0
Электропитание	—	однофазная трёхпроводная сеть 220 В, 50 Гц (отклонение ≤ ±10 %)
Максимальная потребляемая мощность	кВт	4,0
Масса камеры	кг	120
Испытательная нагрузка	—	нормальная
Уровень шума	дБ	≤ 55 (по GB/T 14623, на расстоянии 1 м от двери)
Соответствие стандартам	—	GB/T 2423.1-2008, испытание A: холод (частично); GB/T 2423.2-2008, испытание B: холод (частично); GJB/150.3-2009: тепло; GJB/150.4-2009: холод
Способ охлаждения	—	воздушное
Система нагрева	—	нихромовые электронагреватели, ШИМ-регулирование мощности (PID) через SSR
Управление нагревом	—	сигнал контроллера через твердотельные реле, бесконтактная коммутация
Компрессор	—	герметичный, производства Франции (Tecumseh)
Хладагент	—	HFC R404a + R23, без фреона
Энергосбережение	—	регулирование мощности холодильной системы, технология VBF (PID + PWM) с электронным расширительным вентилем, регулирование производительности компрессора

Питание и условия работы блока АЦП

Параметр	Значение
Напряжение питания +15 В	±0,5 В
Напряжение питания −15 В	±0,5 В
Напряжение питания +5 В	±0,2 В
Рабочая температура	−40…+85 °C
Температура хранения	−55…+125 °C

Параметры АЦП и блока сбора данных

Параметр	Ед. изм.	Значение	Условия испытаний
Диапазон входного сигнала	мА	±3 и ±15 (два диапазона)	Переключение изменением измерительного резистора
Температурный коэффициент смещения нуля	мкА/°C	≤ 2	От −40 до +85 °C с шагом 5 °C, по 100 с на точку, вход 0; после стабилизации температуры выдержка 1 ч

Параметр	Ед. изм.	Значение	Условия испытаний
Температурный коэффициент масштабного коэффициента	ppm/°C	≤ 3	От −40 до +85 °C с шагом 5 °C, по 100 с на точку, вход ±1 мА; после стабилизации температуры выдержка 1 ч
Стабильность смещения нуля	мкА	≤ 2	Вход 0 мА, непрерывный сбор 8 ч, оценка по СКО
Стабильность масштабного коэффициента	ppm	≤ 3	Вход ±1 мА, непрерывный сбор 8 ч, оценка по СКО
Время готовности	с	≤ 20	Установившийся режим через 20 с после включения
Нелинейность	ppm	≤ 10	Входной ток от 0 до ±3 мА или до ±15 мА

Аппаратная конфигурация

Узел	Параметр	Значение
Промышленный компьютер	Модель	Advantech IPC-610H
Промышленный компьютер	Процессор	Intel Core i7-6700
Промышленный компьютер	Оперативная память	8 ГБ
Промышленный компьютер	Накопитель	1 ТБ
Промышленный компьютер	Системная плата	705
Промышленный компьютер	Видеовыход	VGA
Промышленный компьютер	Последовательные порты	10 (8 × RS-232, 2 × RS-485)
Промышленный компьютер	Порты USB	8
Промышленный компьютер	Слоты расширения	2 × PCI
Пульт KVM	Состав	дисплей 17″, тачпад, клавиатура 104 клавиши с цифровым блоком
Пульт KVM	Разрешение	1280 × 1024 при 75 Гц
Пульт KVM	Поддержка DDC2B	полная, сигнал определяется без переключения компьютера
Пульт KVM	Коммутатор клавиатуры и мыши	двухинтерфейсный, PS/2 и USB
Пульт KVM	Монтаж	выдвижной, регулируемая длина под размер шкафа
Пульт KVM	Работа в термокамере	конденсат и иней в процессе испытаний не образуются
Пульт KVM	Обслуживание	установка и демонтаж одним человеком
Пульт KVM	Число управляемых машин	1 (компьютер, сервер или промышленный компьютер)
Пульт KVM	Совместимость	серверы и промышленные компьютеры IBM, DELL, HP, SUN, Lenovo, Advantech, EVOC
Пульт KVM	Операционные системы	Microsoft Windows, Linux, Unix

Комплекс комплексных испытаний

Комплекс автоматических комплексных испытаний

24 прибора одновременно, двухуровневое термостатирование ±0,1 °C

Комплекс предназначен для одновременных испытаний 24 кварцевых инерциальных приборов. Основу составляют установочный корпус с оснасткой на 24 места, двухуровневая система термостатирования (корпус и теплоизолирующий кожух), коммутатор сбора данных на 24 канала, два цифровых мультиметра Keysight 34420A и промышленный компьютер с выдвижным пультом KVM.

Температура корпуса и кожуха задаётся независимо: рекомендуемая разница составляет 6 °C (допустимо 4…6 °C), что снижает теплоотвод с поверхности приборов и повышает равномерность прогрева. Корпус нагревается до 55 °C менее чем за 15 минут, после стабилизации в течение 30 минут начинается цикл измерений; точность термостатирования корпуса ±0,1 °C.

В процессе испытаний определяются смещение нуля K0 и коэффициент квадратичной нелинейности K2, масштабный коэффициент K1, температурные коэффициенты ΔK0 и ΔK1 в диапазоне 35…80 °C, стабильность при 0 g и 1 g в произвольный момент в течение 24 часов, а также долговременная повторяемость σK0 и σK1 — время испытаний при этом автоматически продлевается. Программное обеспечение переключает каналы, собирает и хранит данные, выполняет расчёты, строит графики и выводит протоколы на печать.



Общий вид — Комплекс комплексных испытаний

ОСОБЕННОСТИ

- Одновременное испытание 24 кварцевых инерциальных приборов
- Двухуровневое термостатирование: независимо задаются температуры корпуса и теплоизолирующего кожуха
- Нагрев корпуса до 55 °C менее чем за 15 минут, точность термостатирования ±0,1 °C
- Измерение K0, K1, K2 и температурных коэффициентов ΔK0, ΔK1 в диапазоне 35…80 °C
- Оценка стабильности при 0 g и 1 g в произвольный момент в течение 24 часов
- Долговременная повторяемость σK0 и σK1 с автоматическим продлением времени испытаний
- Автоматическая коммутация 24 каналов и сбор данных двумя прецизионными мультиметрами 7,5 разряда
- Хранение результатов в базе данных с поиском, расчётами, графическим анализом и печатью протоколов

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Число приборов	**24 одновременно**
Диапазон термостатирования	**40…80 °C**
Точность термостатирования	**±0,1 °C**
Разрядность мультиметра	**7,5 разряда**

Применение. Приёмо-сдаточные и периодические испытания кварцевых акселерометров; Определение температурных коэффициентов смещения нуля и масштабного коэффициента; Оценка стабильности при 0 g и 1 g и долговременной повторяемости параметров; Термокомпенсация и калибровка инерциальных датчиков; Входной контроль партий приборов у потребителя; Метрологические исследования и отработка технологии производства.

Комплекс комплексных испытаний Комплекс автоматических комплексных испытаний

Примечания. Температурные точки для расчёта ΔK0 и ΔK1 задаются произвольно в диапазоне 35…80 °C; рабочий диапазон термостатирования корпуса в источнике указан как 40…80 °C; Гнёзда оснастки — JFC-14Z, по 24 места на корпус; Повторяемость делительной головки указана в составе как ≤ 0,06″ при нагрузке 15 кг, в таблице технических параметров — 0,5″ при несущей способности 20 кг/см² (разные узлы: головка и стол); Мультиметры поставляются без стоимости свидетельства о поверке.

Состав комплекса

Наименование	Кол-во	Примечание
Промышленный компьютер Advantech 610H и промышленный пульт KVM	1	—
Цифровой мультиметр Keysight 34420A, 7,5 разряда	2	Без стоимости свидетельства о поверке
Двухканальный терморегулятор повышенной мощности	1	С кабелями управления
Оснастка для установки и испытаний	1	Корпус из сплава LY12 с твёрдым анодированием, гнёзда, нагреватели, термометры pt100; теплоизолирующий кожух с наружной оболочкой и внутренним вкладышем; изоляционная плита из эпоксидного стеклотекстолита с разъёмами питания и терморегулирования
Многоканальный коммутатор сбора данных ENDCJ-2, 24 канала, корпус 4U	1	24 источника питания, независимое термостатирование измерительных резисторов, встроенный контроллер, кабели управления и данных
Специализированное программное обеспечение	1	—
Испытательный шкаф 23U	1	—
Автоматическая многозубая делительная головка	1	Погрешность деления 1″, повторяемость ≤ 0,06″, нагрузка 15 кг, блок управления 3U
Мраморная плита	1	500 × 500 × 150 мм, двойные Т-образные пазы, 4 комплекта Т-гаек и крепёж
Опора мраморной плиты	1	522 × 522 × 450 мм, 4 демпферные опоры Ø100, профиль 80
Аксессуары, поставляемые с комплексом	1	100 вставок (разъёмов), переходная плита для выставки по U

Условия эксплуатации

Параметр	Значение
Электропитание	однофазная сеть переменного тока 220 В ±10 %, 50 Гц ±2 %
Питание кварцевых приборов	двухканальный выход ±15 В
Максимальный выходной ток	2 А
Пульсации напряжения питания	≤ 75 мВ
Относительная влажность	≤ 70 %
Температура окружающей среды	25 °C (нормальные условия)
Подготовка к работе	выдержка в термостатируемом помещении не менее 4 ч
Требования к помещению	чистое, без источников вибрации, помех по питанию и воздушных потоков

Параметры термостатирования

Параметр	Ед. изм.	Значение
Диапазон термостатирования	°C	40…80
Задаваемая разница температур корпуса и кожуха	°C	4…6 (рекомендуется 6)
Точность термостатирования	°C	≤ 0,1
Точность термостатирования корпуса	°C	±0,1
Время нагрева корпуса до 55 °C	мин	< 15
Выдержка перед началом испытаний	мин	30

Требования к установке испытываемых приборов

Параметр	Ед. изм.	Значение
Азимутальный угол установочной базы прибора	″	≤ 10
Угол ошибки наклона установочной базы прибора	″	≤ 10

Параметры программно-управляемого многозубого делительного стола

Параметр	Ед. изм.	Значение
Разрешение	—	30′
Погрешность деления	″	≤ 1
Повторяемость позиционирования	″	≤ 0,5
Несущая способность	кг/см²	20
Диаметр рабочего стола	мм	Ø205
Максимальные габариты стола	мм	376 × 374 × 130
Габариты блока управления	мм	400 × 270 × 110
Рабочее положение	—	задняя сторона вертикально

Параметры цифрового мультиметра Keysight 34420A

Параметр	Значение
Разрядность	7,5 разряда
Чувствительность	100 пВ / 100 нОм
Шум	1,3 нВ (СКЗ) / 8 нВ (пик-пик)
Встроенный сканер	2 канала, малошумящий
Измерение температуры	SPRT, термосопротивления (RTD), термисторы и термопары напрямую

Аппаратная конфигурация

Узел	Параметр	Значение
Промышленный компьютер	Модель	Advantech IPC-610H
Промышленный компьютер	Процессор	Intel Core i7-6700
Промышленный компьютер	Оперативная память	8 ГБ
Промышленный компьютер	Накопитель	1 ТБ
Промышленный компьютер	Системная плата	705
Промышленный компьютер	Видеовыход	VGA
Промышленный компьютер	Последовательные порты	10 (8 × RS-232, 2 × RS-485)
Промышленный компьютер	Порты USB	8
Промышленный компьютер	Слоты расширения	2 × PCI
Пульт KVM	Состав	дисплей 17″, тачпад, клавиатура 104 клавиши с цифровым блоком
Пульт KVM	Разрешение	1280 × 1024 при 75 Гц
Пульт KVM	Поддержка DDC2B	полная, сигнал определяется без переключения компьютера
Пульт KVM	Коммутатор клавиатуры и мыши	двухинтерфейсный, PS/2 и USB
Пульт KVM	Монтаж	выдвижной, регулируемая длина под размер шкафа
Пульт KVM	Обслуживание	установка и демонтаж одним человеком
Пульт KVM	Число управляемых машин	1 (компьютер, сервер или промышленный компьютер)
Пульт KVM	Совместимость	серверы и промышленные компьютеры IBM, DELL, HP, SUN, Lenovo, Advantech, EVOC
Пульт KVM	Операционные системы	Microsoft Windows, Linux, Unix

Комплекс динамических испытаний

Комплекс функциональных динамических испытаний

Один прибор, функциональный контроль и динамические параметры

Комплекс представляет собой настольную установку для функциональной и динамической проверки кварцевых инерциальных приборов. Проверяется как прибор в сборе, так и раздельно головка (чувствительный элемент) и электронный блок, что позволяет выполнять подбор и согласование пары «головка — электроника».

При функциональном контроле измеряются выходные сигналы при ±1 g и 0 g. При динамических испытаниях определяются собственная частота, частота среза, перерегулирование, число полуволн колебаний и колебательность переходного процесса; дополнительно оцениваются уровень шума и погрешность установки прибора. Переключение между функциональной и динамической проверкой выполняется одним переключателем, поэтому работа с комплексом не требует специальной подготовки оператора.

В состав входят функционально-динамический тестер, цифровой мультиметр, генератор сигналов, осциллограф, прецизионный установочный куб и мраморная плита. Питание проверяемых приборов — двухполярное ±15 В с током до 2 А и пульсациями не более 75 мВ. Погрешность установочных поверхностей куба не превышает 10″ по азимуту и по наклону.



Общий вид — Комплекс динамических испытаний

ОСОБЕННОСТИ

- Функциональная и динамическая проверка одного прибора за один цикл
- Раздельное испытание головки и электронного блока с контролем их согласования
- Измерение выходных сигналов при ±1 g и 0 g
- Определение собственной частоты, частоты среза, перерегулирования, числа полуволн и колебательности
- Оценка уровня шума и погрешности установки прибора
- Переключение режимов «функциональный контроль» и «динамические испытания» одним переключателем
- Двухполярное питание ±15 В с током до 2 А и пульсациями не более 75 мВ
- Установка прибора на прецизионный куб с погрешностью не более 10″

Применение. Входной и приёмо-сдаточный контроль кварцевых акселерометров; Диагностика и отбраковка приборов по динамическим параметрам; Подбор и согласование пары «головка — электронный блок»; Оценка качества сборки по погрешности установки и уровню шума; Испытания при разработке и доводке новых приборов; Поверка и аттестация датчиков в метрологических лабораториях.

Примечания. Испытываемый прибор может поставляться на проверку как с электронным блоком, так и без него — головка и электроника испытываются раздельно; Питание приборов двухполярное ±15 В; допуск по уровню в источнике указан как ±2 В; Установочный куб служит базой для выставки прибора при функциональном контроле выходов ±1 g и 0 g.

Состав комплекса

Наименование	Кол-во	Примечание
Функционально-динамический тестер	1	—
Цифровой мультиметр	1	—
Генератор сигналов	1	—
Осциллограф	1	—
Прецизионный установочный куб (шестигранник)	1	—
Мраморная плита	1	—

Питание испытываемых приборов

Параметр	Ед. изм.	Значение
Выходное напряжение (два канала)	В	±15 ± 2
Максимальный выходной ток	А	2
Пульсации напряжения	мВ	≤ 75

Параметры генератора сигналов

Параметр	Ед. изм.	Значение
Форма сигнала	—	прямоугольная и синусоидальная
Частота	МГц	до 10

Измерительные параметры

Параметр	Ед. изм.	Значение
Разрядность встроенного цифрового мультиметра	—	6,5 разряда
Диапазон измерения напряжения	—	100 мкВ…100 В
Разрешение по напряжению	мкВ	100
Полоса пропускания отображения сигнала	МГц	20

Параметры прецизионного установочного куба

Параметр	Ед. изм.	Значение
Угол ошибки азимута установочной поверхности	″	≤ 10
Угол ошибки наклона установочной поверхности	″	≤ 10

Контролируемые параметры приборов

Группа	Параметр
Функциональный контроль	Выходной сигнал при ±1 g
Функциональный контроль	Выходной сигнал при 0 g
Динамические параметры	Собственная частота
Динамические параметры	Частота среза
Динамические параметры	Перерегулирование
Динамические параметры	Число полуволн колебаний
Динамические параметры	Колебательность
Дополнительные проверки	Уровень шума
Дополнительные проверки	Погрешность установки прибора

Барометрический комплекс

Комплекс испытаний при пониженном давлении

12 приборов, контроль герметичности до mPa

Комплекс предназначен для контроля герметичности и динамических испытаний кварцевых инерциальных приборов. Корпуса большинства таких приборов герметизируются эпоксидным клеем; при многократных термоциклах клей попеременно сжимается и расширяется, соединение отслаивается и появляется течь, что заметно снижает точность прибора. Комплекс обнаруживает понижение давления на уровне mPa (10^{-3} Па), что соответствует требованиям к приборам космического класса.

Проверка выполняется в стеклянном колпаке с измерителем низкого давления. Одновременно испытываются 12 приборов, коммутация каналов динамических испытаний выполняется 12-клавишным переключателем с взаимной блокировкой. Генератор сигналов формирует тестовые воздействия, форма выходного сигнала контролируется осциллографом.

Питание проверяемых приборов — двухполярное ±15 ± 0,5 В с пульсациями не более 10 мВ (СКЗ). Комплекс размещён в испытательном шкафу 15U; переходный процесс проверяемых приборов оценивается по перерегулированию, которое не должно превышать 35 %.



Общий вид — Барометрический комплекс

ОСОБЕННОСТИ

- Обнаружение негерметичности на уровне mPa (10^{-3} Па), достаточном для приборов космического класса
- Контроль качества эпоксидного уплотнения корпуса после термоциклирования
- Одновременные динамические испытания 12 приборов
- Коммутация каналов 12-клавишным переключателем с взаимной блокировкой
- Осциллографический контроль формы выходного сигнала проверяемых приборов
- Контроль перерегулирования переходного процесса (не более 35 %)
- Двухполярное питание приборов ±15 В с пульсациями не более 10 мВ
- Компактное исполнение в испытательном шкафу 15U

Применение. Контроль герметичности корпусов кварцевых акселерометров и датчиков; Приёмо-сдаточные испытания приборов космического назначения; Проверка приборов после термоциклирования и механических воздействий; Динамические испытания и оценка переходных процессов; Диагностика деградации клеевых соединений при разработке; Аттестация технологии уплотнения в производстве.

Примечания. Комплекс разработан для контроля параметра герметичности кварцевых инерциальных приборов и рассчитан на приборы космического класса; Проверяется гипотеза о снижении герметичности после многократных термоциклов: отслоение эпоксидного клея приводит к течи и потере точности; Питание проверяемых приборов нормируется по пульсациям: не более 10 мВ (СКЗ).

Состав комплекса

Наименование	Кол-во	Примечание
Низкопрессовое (вакуумное) устройство	1	Стеклянный колпак и измеритель низкого давления
Генератор сигналов	1	—
Осциллограф	1	—
Многоканальный коммутатор данных	1	—
Испытательный шкаф 15U	1	—

Питание и условия эксплуатации

Параметр	Ед. изм.	Значение
Напряжение питания испытываемых приборов	В	±15 ± 0,5
Пульсации напряжения питания приборов	мВ (СКЗ)	≤ 10
Питание низкопрессового устройства	—	однофазная трёхпроводная сеть 220 В, 50 Гц (отклонение ≤ ±10 %)

Технические характеристики

Параметр	Ед. изм.	Значение
Обнаруживаемое низкое давление	Па	до 10^{-3} (уровень mPa)
Перерегулирование переходного процесса	%	≤ 35
Число одновременно испытываемых приборов	шт.	12
Коммутация каналов динамических испытаний	—	12-клавишный переключатель с взаимной блокировкой

09

Компоненты и интеллектуальное оборудование

1 МОДЕЛЬ В РАЗДЕЛЕ

В разделе представлены комплектующие собственного производства — волоконно-оптические кольца и чувствительные контуры, которые служат основой чувствительного элемента волоконно-оптических гироскопов.

Как выбирать

Кольца поставляются как компонент для производителей волоконно-оптических гироскопов; типоразмер, длина волокна и параметры контура согласовываются под оптическую схему конкретного прибора.

Волоконно-оптические кольца

Поляризационно-сохраняющие кольца для волоконно-оптических гироскопов

Волоконно-оптические поляризационно-сохраняющие кольца и чувствительные контуры — ключевой чувствительный элемент волоконно-оптического гироскопа (ВОГ). Контур выполнен в виде кольцевой катушки из поляризационно-сохраняющего (PM) волокна: два встречных световых пучка проходят по нему одинаковый путь, и от стабильности этого пути зависят смещение нуля и масштабный коэффициент прибора.

Выпускаются два вида изделий. Волоконно-оптическое кольцо — катушка из PM-волокна с заданной укладкой витков, поставляемая как отдельный чувствительный элемент. Волоконно-оптический чувствительный контур — законченный узел с волоконными выводами, который стыкуется с оптической схемой гироскопа.

К кольцу предъявляются требования по сохранению поляризации, однородности намотки, оптическим потерям и стабильности характеристик в диапазоне температур: именно эти свойства определяют точность ВОГ. Изделия применяются в волоконно-оптических гироскопах, курсовых системах и гирокомпасах на их основе, а также в инерциальных навигационных системах.



Общий вид — Волоконно-оптические кольца

ОСОБЕННОСТИ

- Поляризационно-сохраняющее (PM) волокно — сохранение состояния поляризации в чувствительном контуре
- Два исполнения: волоконно-оптическое кольцо и готовый чувствительный контур
- Ключевой чувствительный элемент волоконно-оптического гироскопа
- Кольцевая катушка, интегрируемая в оптическую схему гироскопа
- Применение в гироскопах курсовых систем и гирокомпасов, в бесплатформенных инерциальных системах

Применение. Волоконно-оптические гироскопы (ВОГ); Курсовые системы и гирокомпасы на ВОГ; Бесплатформенные инерциальные навигационные системы; Инерциальные системы навигации и стабилизации подвижных объектов.

Примечания. Количественные характеристики — диаметр и ширина кольца, тип и длина PM-волокна, оптические потери, добротность — в открытом источнике не приводятся и в каталоге не нормируются; На фотографии источника показаны два кольца разного диаметра и ширины намотки; Изделие относится к комплектующим: поставляется для сборки волоконно-оптических гироскопов; Модельное обозначение изделия в источнике не приводится.

Номенклатура

Тип изделия	Конструкция	Назначение	Применение
Волоконно-оптическое поляризационно-сохраняющее кольцо	Кольцевая катушка из PM-волокна с заданной укладкой витков	Чувствительный элемент волоконно-оптического гироскопа	ВОГ курсовых систем, гирокомпасов и бесплатформенных инерциальных систем
Волоконно-оптический чувствительный контур	Кольцевая катушка с волоконными выводами для стыковки с оптической схемой	Готовый чувствительный узел волоконно-оптического гироскопа	ВОГ курсовых систем, гирокомпасов и бесплатформенных инерциальных систем

Контакты и условия поставки

Каталог подготовлен по материалам официального сайта производителя. Технические характеристики, внешний вид и комплектация изделий могут быть изменены производителем без предварительного уведомления; перед заказом рекомендуется согласовать актуальные требования с поставщиком.

Производитель	Beijing Kaituo Daokong Technology Co., Ltd.
Торговая марка	Kaituo Navigation
Адрес	КНР, г. Пекин, Пекинская экономико-технологическая зона развития, ул. Кэчуан 7-я, д. 29, корп. 5, 4-й этаж, пом. 405
Адрес производства	КНР, г. Хэфэй, зона высоких технологий, парк «Хунбаоши», ул. Сию, 3988, корп. 13
Телефон	+86 010-6787-0028
Мобильный	+86 185-1376-8682
Факс	+86 0551-6287-7962
E-mail	ktdk@ktnavigation.com
Сайт	www.ktnavigation.com

Условия поставки

— Поставка осуществляется по договору; сроки и комплектация согласовываются индивидуально.
— Изделия выпускаются с приёмо-сдаточными испытаниями и протоколом контроля параметров.
— Возможно исполнение с изменёнными диапазонами, интерфейсами, разъёмами и способом монтажа.
— Гарантийные обязательства и техническая поддержка — в соответствии с договором поставки.