

НАНОтехнологическое
общество России

Общероссийская общественная организация



Россия, г.Санкт-Петербург, 6 октября 2011г.

3-я ежегодная научно-практическая конференция

Нанотехнологического общества России *«Выход российских нанотехнологий на мировой рынок: опыт успеха и сотрудничества, проблемы и перспективы»*

Современные малогабаритные системы на основе микроэлектромеханических сенсоров (акселерометров и инклинометров)

Урманов Денис Маратович

Исполнительный директор, к.т.н.

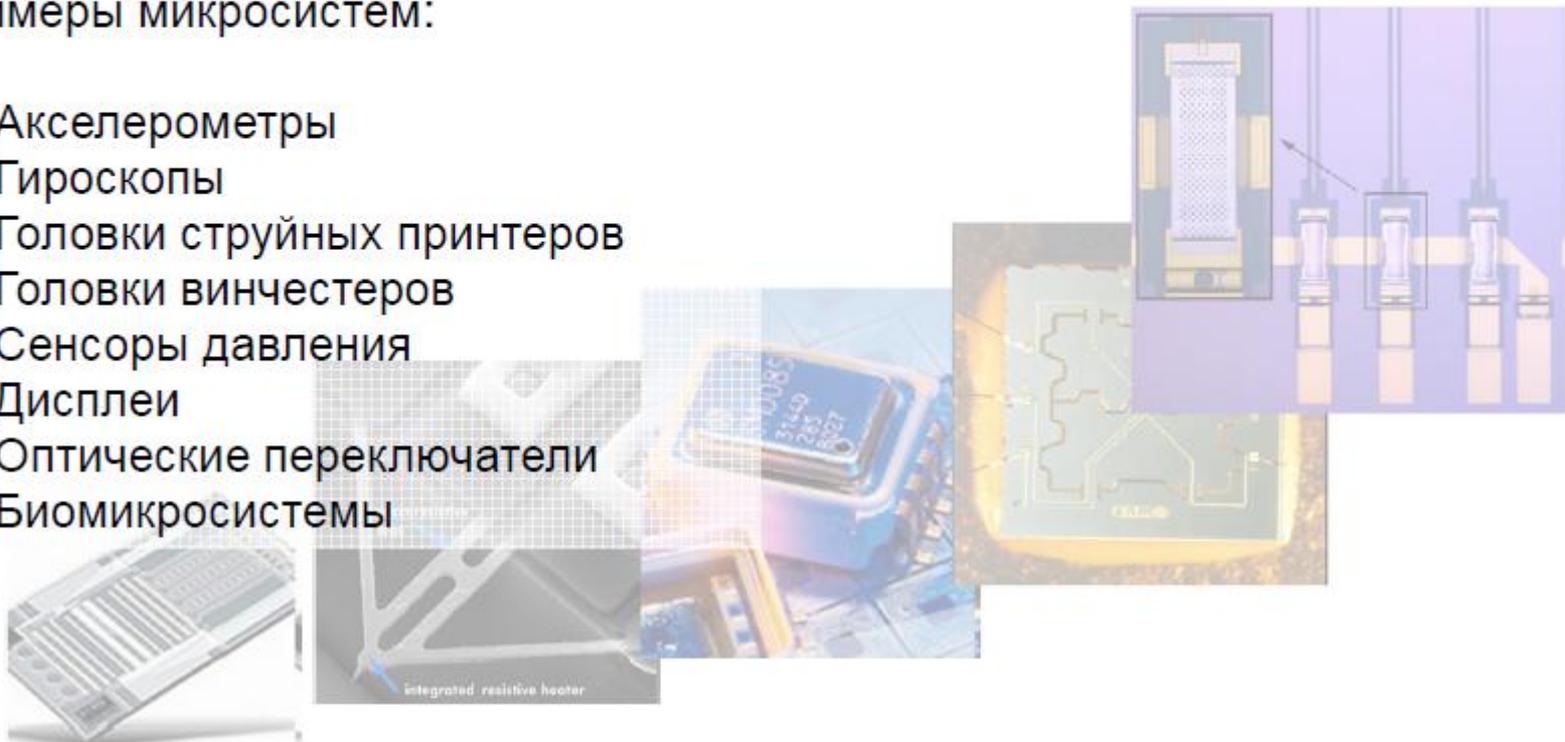
«Русская Ассоциация МЭМС»

Действительный Член «Академии навигации и управления движением»

Микросистемы – миниатюрные устройства разнообразной конструкции, принципов действия и назначения, имеющие механическую, подвижную часть и производимые с использованием модифицированных технологических приемов микроэлектроники.

Примеры микросистем:

- Акселерометры
- Гироскопы
- Головки струйных принтеров
- Головки винчестеров
- Сенсоры давления
- Дисплеи
- Оптические переключатели
- Биомикросистемы



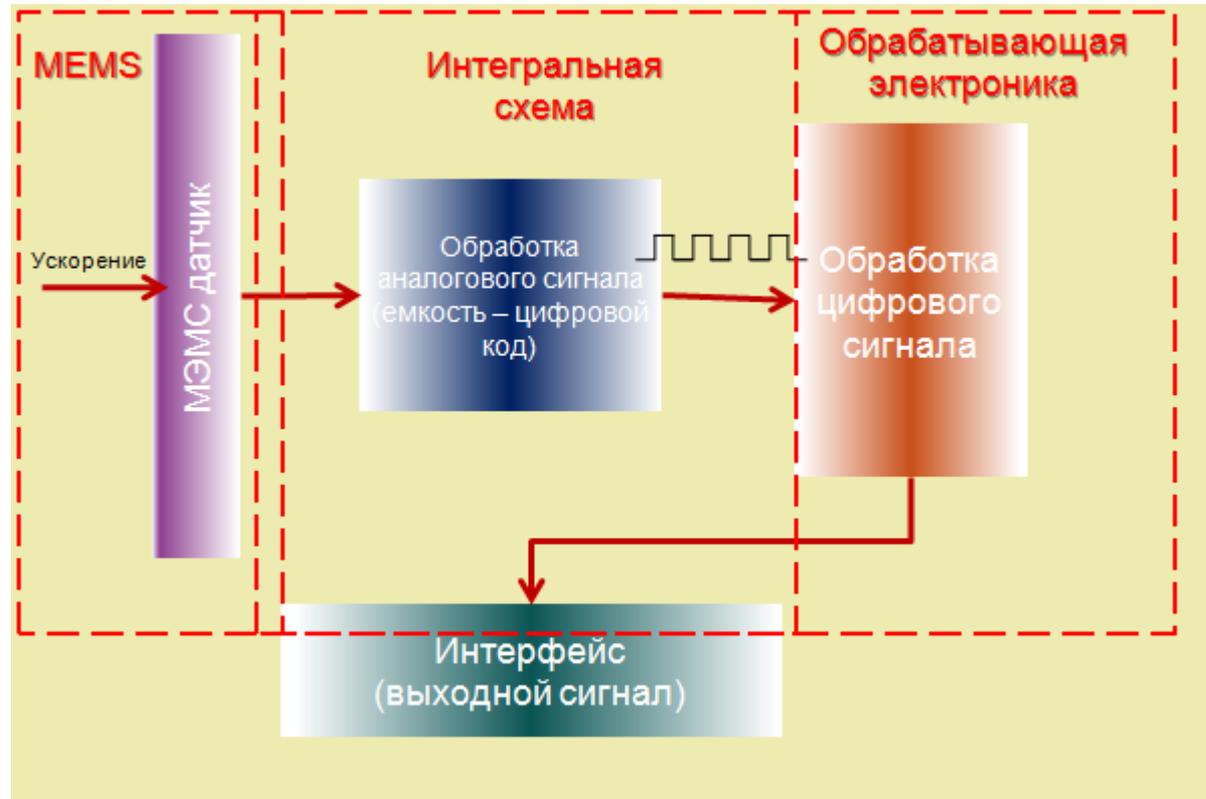
МЭМС датчики широко распространены в мире



Причины:
простота использования
низкая цена
малые габариты и энергопотребление



Структура изделия на основе МЭМС





Зарубежные партнеры «Русской Ассоциации МЭМС»



(Германия)



(Германия)



(США)

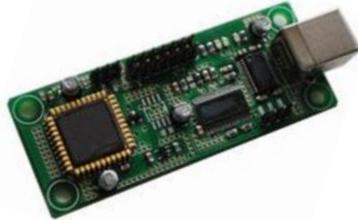


(Германия)





Новый продукт – российский МЭМС - инклинометр



Высокоточный 2-х осевой инклинометр выполненный на основе инновационных МЭМС -технологий.

Назначение, области применения:

Предназначен для измерения углов наклона объекта в диапазоне $\pm 30^\circ$ (и до $\pm 90^\circ$ при компенсации электроникой). Измерение проводится по 2-м независимым осям с малым показателем нелинейности во всем диапазоне измерения. Инклинометр обеспечивает высокую повторяемость и стабильность.

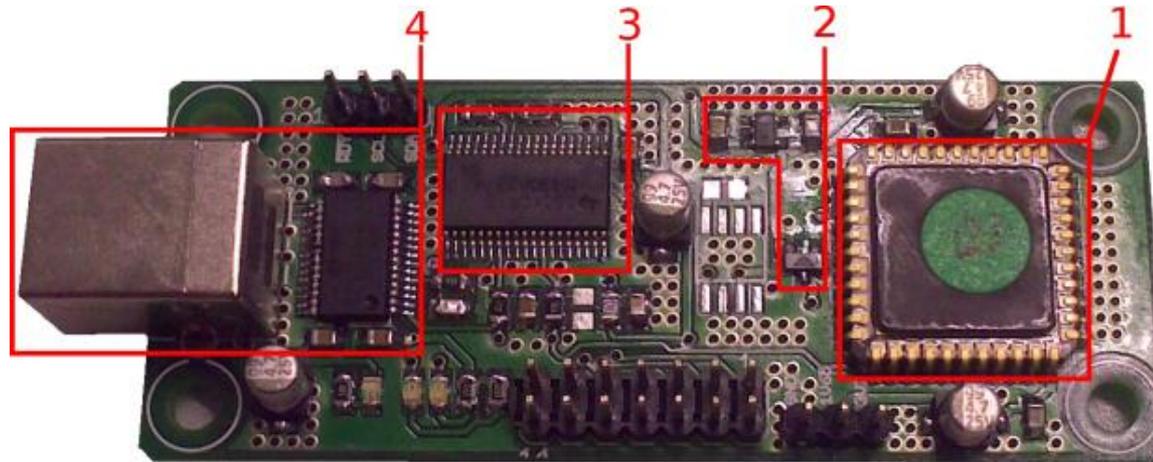
Сфера применения:

машино- и судостроение, аэрокосмические изделия, системы безопасности для РЖД, судостроения, охранные системы, нефтегазовая промышленность и т.д.

Преимущества: высокая точность, малые габариты, низкое энергопотребление и широкая сфера применения.

...Ваш Проводник в будущее...

Элементы МЭМС - инклинометра



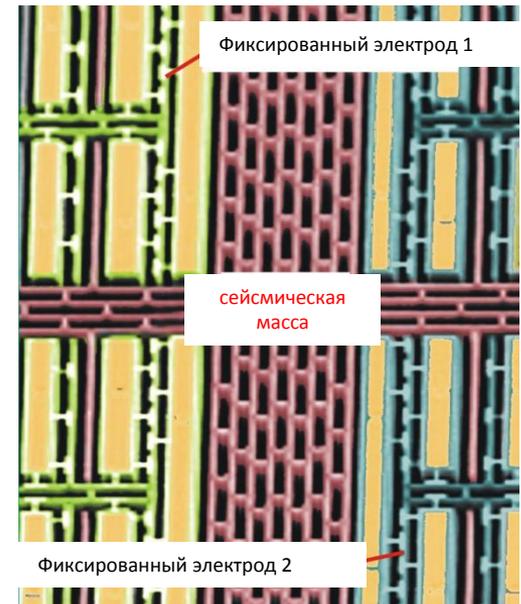
Основные элементы инклинометра:

1 – МЭМС сенсор комбинированный с высокоточным конвертером емкостных сигналов в цифровые (ASIC); 2 – высокоточный блок подачи питания на МЭМС-сенсор (3,3 В) и конвертер (1,65 В), 3 - маломощный микроконтролер обеспечивающий интерфейс через последовательный порт; 4 – конвертер USB-на-последовательный порт обеспечивающий физический интерфейс любым USB совместимым компьютером.

...Ваш Проводник в будущее...

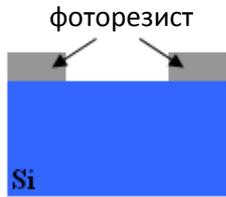
Отличительные особенности

- измерение углов наклона по двум осям (X и Y);
- микроструктуры с воздушным зазором ;
- высокая чувствительность;
- высокое соотношение сигнал:шум;
- низкая чувствительность к помехам;
- хорошая температурная стабильность





Плазмохимическое травление



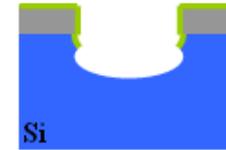
Нанесение фоторезиста



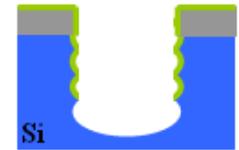
Травление



Пассивирование, что бы защитить стенки



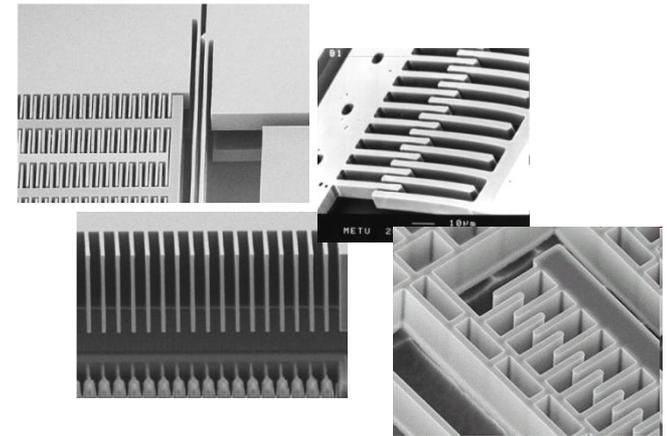
Травление



...до необходимой глубины

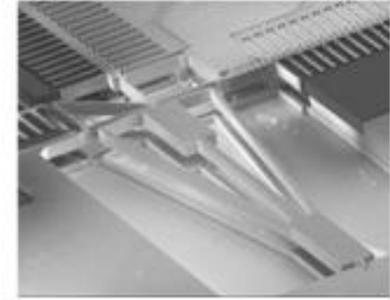
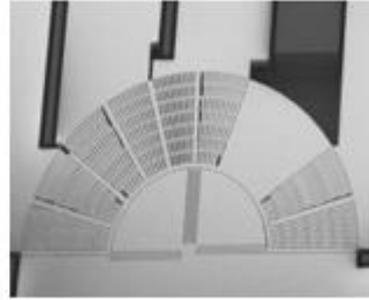
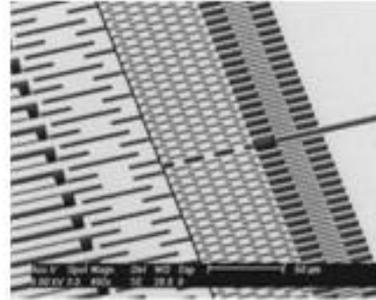
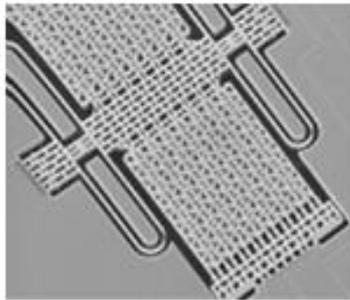
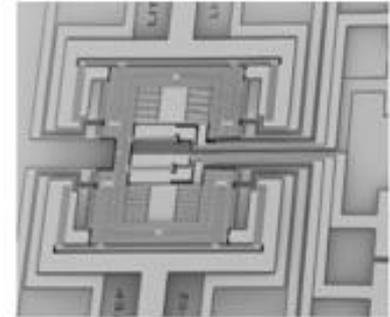
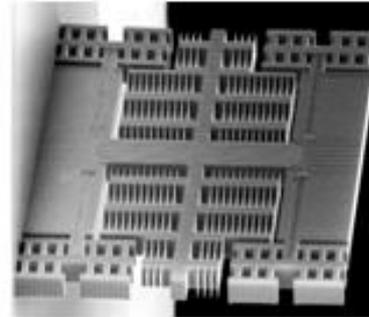
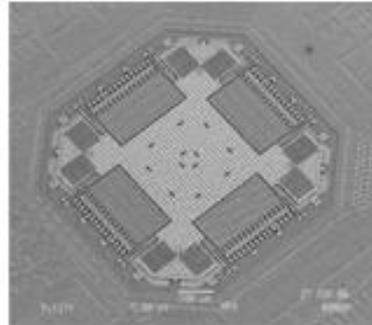
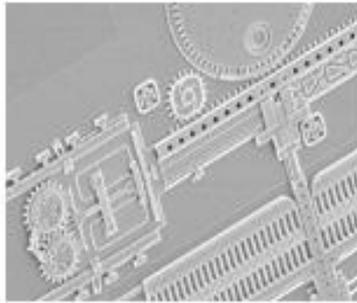
Основные достоинства:

1. Минимальные размеры структуры – порядка 2 мкм. Зазоры между электродами – до 1 мкм.
2. Масштабируемый – увеличение глубины травления улучшает характеристики структуры без смены масок
3. Форма структур – произвольная в плане. Полная независимость от кристаллической ориентации.



Глубокое анизотропное травление – единственный на сегодняшний день способ продвинуться вперед в создании высокочувствительных микросистем сложной формы. Это стандартный метод изготовления МЭМС, используемый всеми крупными фирмами (Bosch, STM, Sony, Freescale). Этим методом изготовлены большинство микросистем используемых в автомобилях, мобильных телефонах и бытовой электронике.

Примеры плазмохимического травления



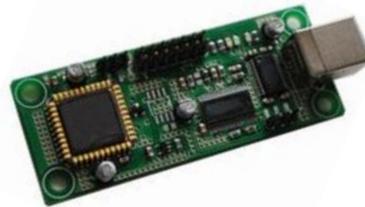
Источник фотографий: Sandia, Motorola, Kionix, Samsung

Источник фотографий: Хемнитский Технический Университет

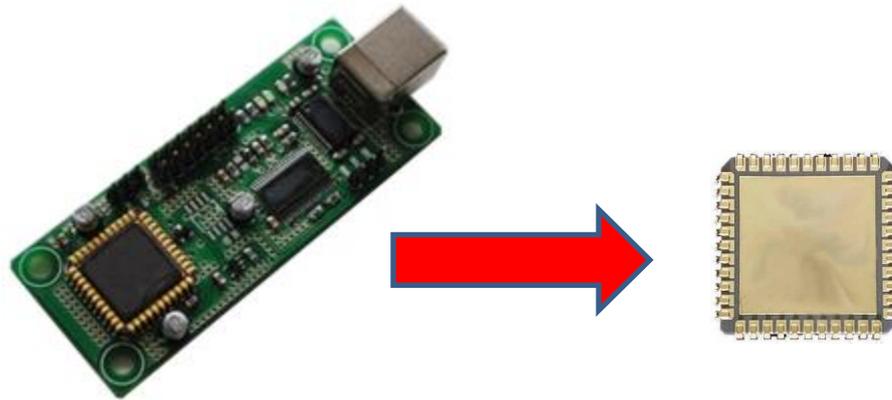


Основные технические характеристики МЭМС инклинометра

Наименование параметра	Значение
Диапазон измеряемого угла	$\pm 30^\circ$ ($\pm 90^\circ$ с коррекцией выходного сигнала внешней электроникой)
Чувствительность	0.01°
Температурная стабильность	$< 0.005^\circ/\text{C}^\circ$
Взаимовлияние осей	700:1
Ударное воздействие	до 20g
Напряжение питания	5В
Интерфейс связи	USB
Нелинейность	$< 0.5\%$
Напряжение питания	+5 В
Вес	16 г
Габаритные размеры	8x3 см



Дальнейшая перспектива



2009

2011

2012

2013

Двухосевой
инклинометр ($\pm 30^\circ$)

Двухосевой
инклинометр ($\pm 30^\circ$)
(корпус CLCC)

Двухосевой
акселерометр ($\pm 60g$)



Выход продукции на рынок:

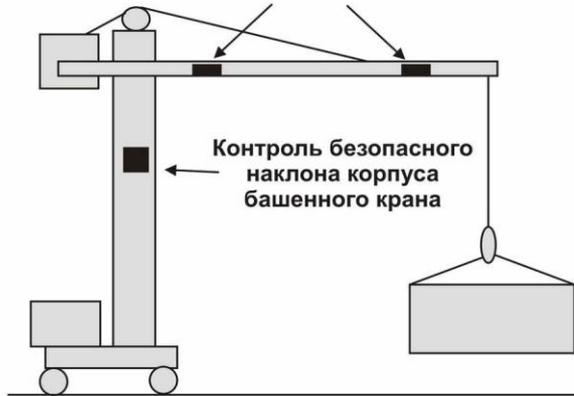
1 квартал 2012 года

Сегменты рынка:

- малогабаритные инерциальные системы безопасности на основе МЭМС
- инклинометра для автоматического контроля углов наклона судов, самолетов, автомобилей, общественного и других видов транспорта, сельскохозяйственной, строительной и другой техники и других видов транспорта;
- в горном деле инклинометром определяют угол и азимут искривления буровой скважины, тем самым контролируя её пространственное положение;
- контроль безопасных углов наклона автокранов и землеройных машин, в особенности — крупных;
- в подъемных кранах инклинометры применяются для контроля рабочего и остаточного прогибов стрелы, а также для контроля угла наклона крана в целом. Косвенно, по показаниям нескольких инклинометров, может измеряться нагрузка на стрелу.

Сферы применения инклинометра

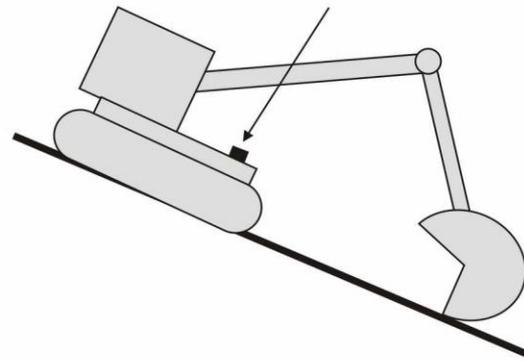
Контроль рабочего прогиба стрелы,
контроль остаточного прогиба стрелы



1) Контроль прогиба стрелы
2) Контроль максимально допустимой нагрузки в зависимости от наклона стрелы

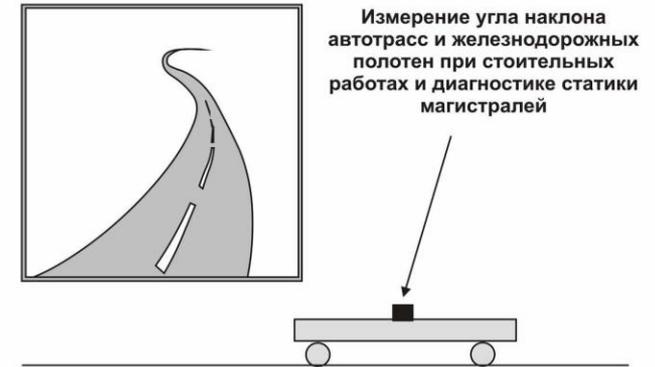


Контроль безопасного рабочего наклона крупных землеройных машин



Сферы применения инклинометра

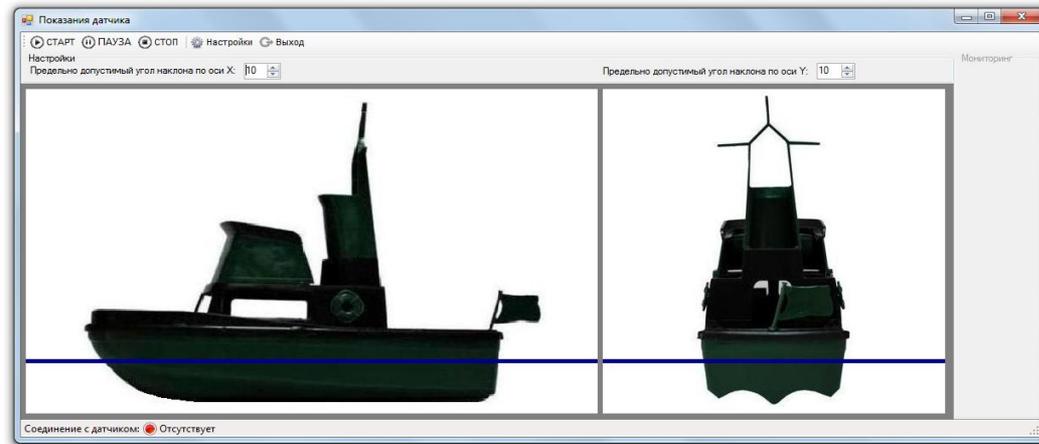
- Контроль состояния опор мостов, трубопроводов
- Слежение за состоянием архитектурных сооружений
- Непосредственное измерение углов наклона транспортных магистралей с движущегося транспортного средства
- Контроль угла наклона кузова автомобиля в противоугонных системах





Демо - стенд на базе модели корабля

Для наглядной демонстрации преимуществ инклинометра создан демо-стенд на базе модели корабля. При этом инклинометр вмонтированный в палубу модели, с высокой точностью показывает угол крена корабля. Специальное ПО предупреждает о достижении критических углов наклона судна. Это позволяет избежать переворачивания корабля и его последующего потопления.



...Ваш Проводник в будущее...

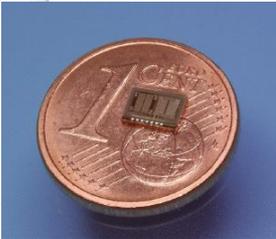
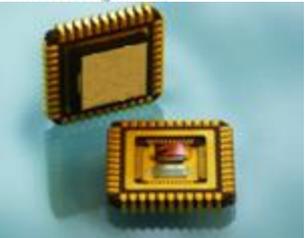


Сделано в России!



Разрабатываемая продукция

В ноябре 2011 г. будет изготовлена партия опытных образцов **2-х осевого МЭМС - акселерометра ± 30g**. Это первый МЭМС акселерометр российского производства, изготовленный по технологии глубокого реактивного травления. Его особенностями являются высокое аспектное соотношение структур механической части сенсора (отношение ширины структуры к глубине). Это обеспечивает высокую точность и линейность измерений.



Наименование параметра	Значение
Диапазон измеряемых ускорений	±30g
Разрешение	24 Бит/ <2мг
Полоса пропускания, частотный диапазон	0-80 Гц
Выходной сигнал	Аналоговый/цифровой
Нелинейность	<1%
Рабочие температуры	-40... + 85°C
Температура хранения	-55...+ 125°C
Удар	3000 д
Чувствительность	63 Гц/д
Габариты МЭМС датчика	15 x 15 мм
Вес	< 10 г
Напряжение питания	3,3 ±0,3 В
Ток потребления	<1мА/21мА
Выходной ток	20 мА
Выходное напряжение	+2 В



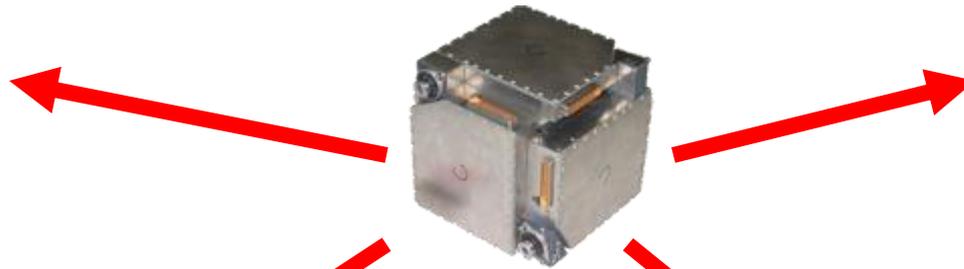
Применение 2-х осевого МЭМС акселерометра $\pm 30g$

Входя в состав малогабаритной инерциальной навигационной системы (МИНС) акселерометр обеспечивает:

- минимальные габаритно-весовые характеристики и связанные с этим экономию топлива, материалов, увеличение полезной нагрузки транспортных объектов (самолет, автомобиль, судно и т.д.);
- низкие затраты на энергообеспечение системы управления;
- уменьшение стоимости конечного изделия, с повышением его конкурентоспособности на мировом рынке;
- автономность, помехозащищенность, достаточную точность и гибкость применения;
- выработку параметров навигации, в т.ч. высокоскоростных высокоманевренных объектов, в неограниченном диапазоне углов ориентации и выдачу информации потребителю в цифровом виде;
- интеграцию с любыми приемниками спутниковых навигационных систем GPS-ГЛОНАСС.



Сфера применения 2-х осевого МЭМС - акселерометра ($\pm 30g$) в составе МИНС



МИНС





Программа «Дни высоких технологий Германии в России» 4-5 октября, г.Санкт-Петербург





Спасибо за внимание!

«Русская Ассоциация МЭМС»

E-mail: info@mems-russia.ru

Web: www.mems-russia.ru

