

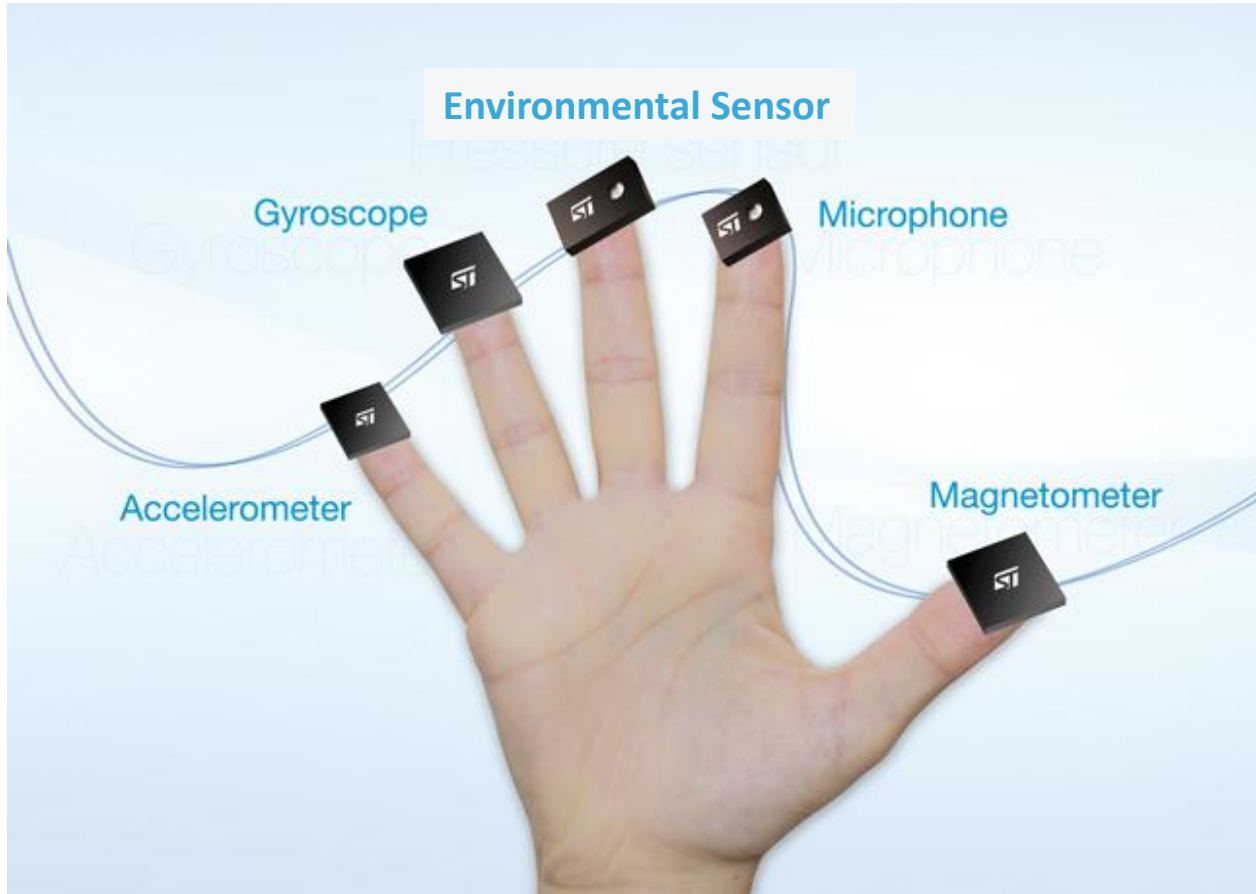
МЭМС-датчики

Октябрь 2012

Новосибирск

Попов Роман (r.porov@compel.ru)

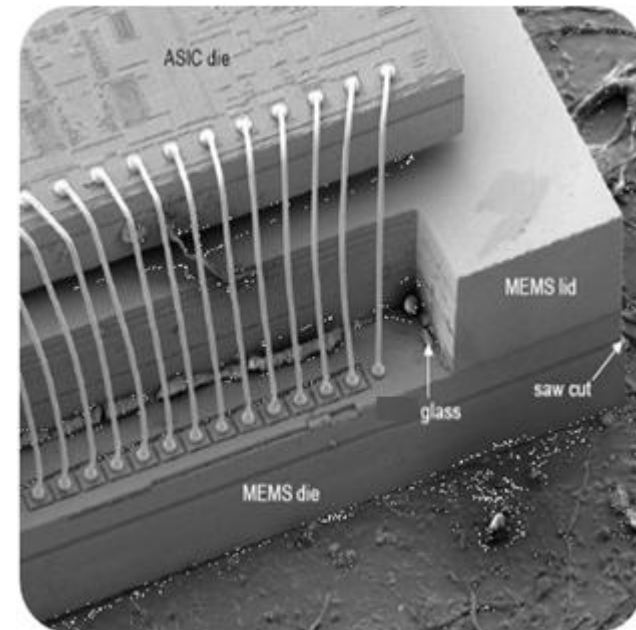
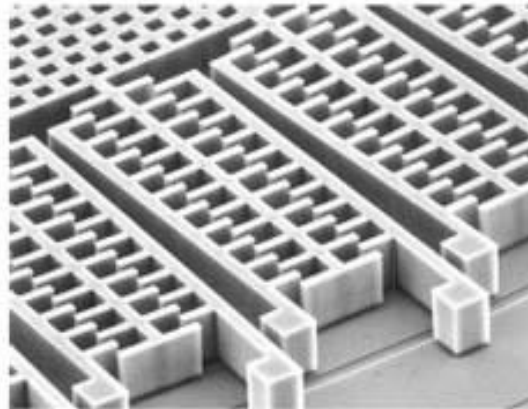
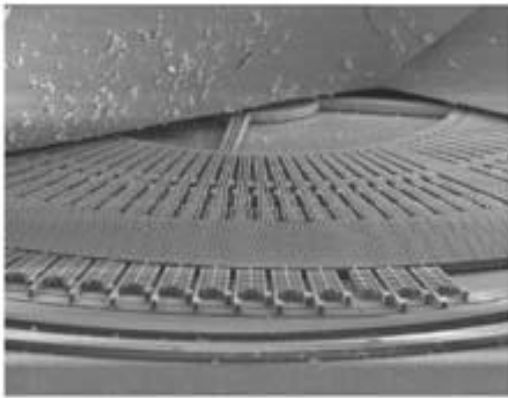
Типы МЭМС датчиков от ST



ST MEMS технологии
самое быстрорастущее
семейство продукции в ST

Что такое МЭМС?

- МЭМС - Микро Электро Механическая Система
- МЭМС содержит «плавающую» 3-D структуру
- Структура перемещается за счет внешнего воздействия
- В МЭМС движимая часть не только электроны!



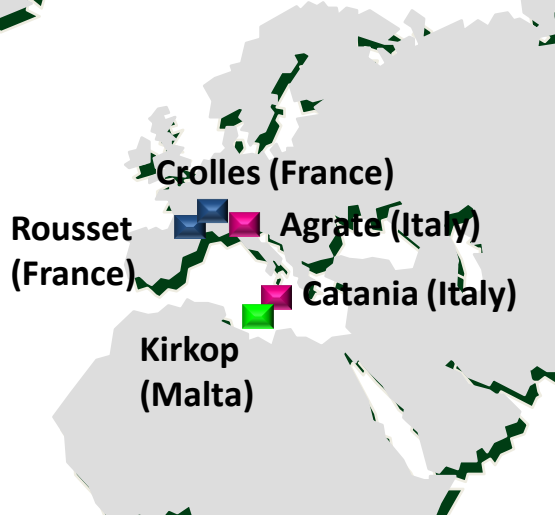
* Техпроцесс от ST называется THELMA process

Огромные инвестиции в МЭМС

Global & Outstanding Manufacturing Capability



Catania



Agrate

**Производство
>3М шт/день
(с конца 2011 г)**

- Sensors (8" MEMS dedicated line)
- ASIC Front-end
- Assembly & Testing

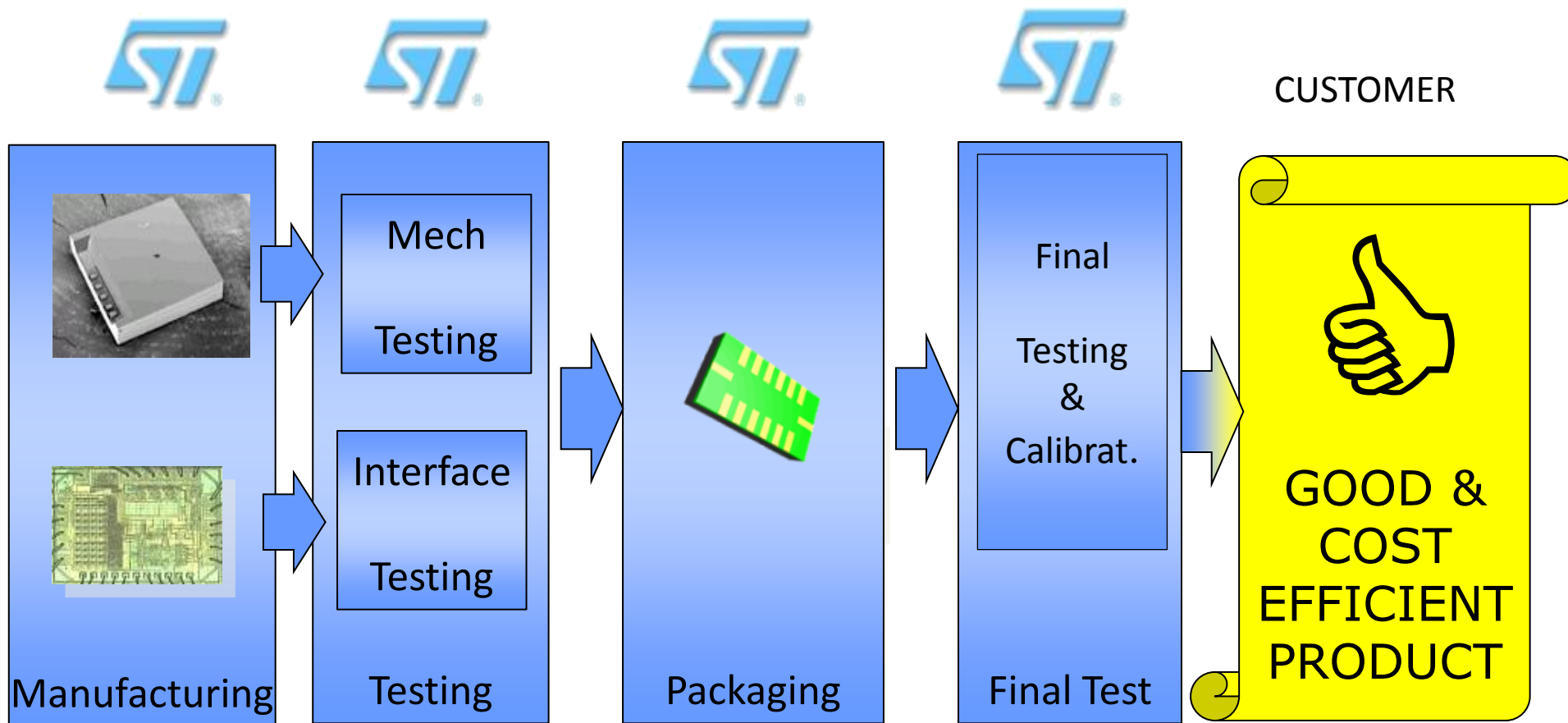
MEMS FAB: производство МЭМС

11



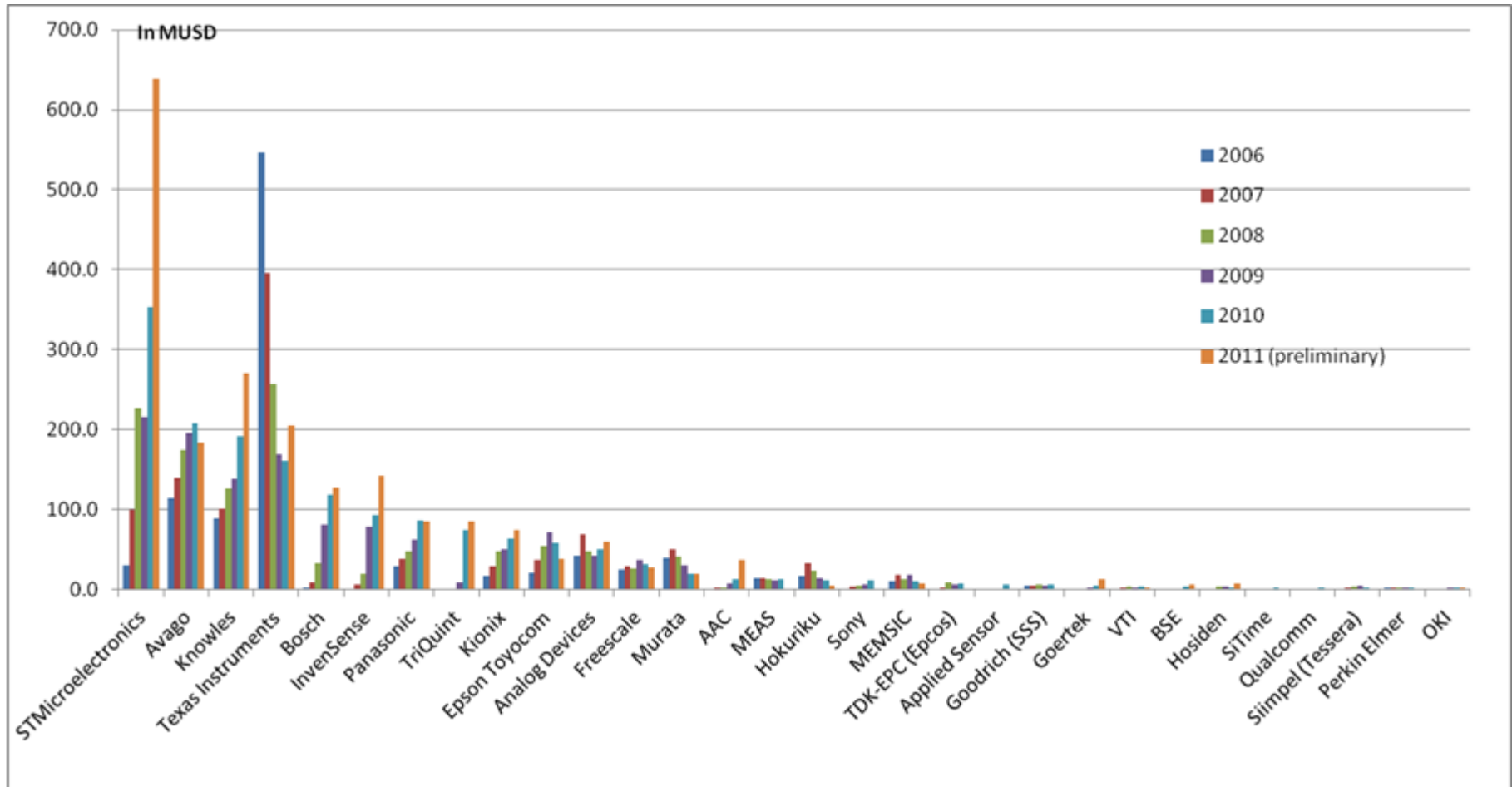
Весь цикл производства в ST!!!

12



ST MANAGES THE COMPLETE SUPPLY CHAIN

ST – лидер рынка МЭМС в потребительской электронике и мобильных устройствах



Source: IHS – January 2012

MEMS - расшифровка названий

Sensor Type

LIS or L: Linear Inertial Sensor
AIS: Automotive Inertial Sensor
LPS: Linear Pressure Sensor
LSM: Linear Sensor Module

Output

A: Analog
D: Digital

Package

L: LGA
Q: QFN
S: SO

LIS 3 D H

Number of Axis

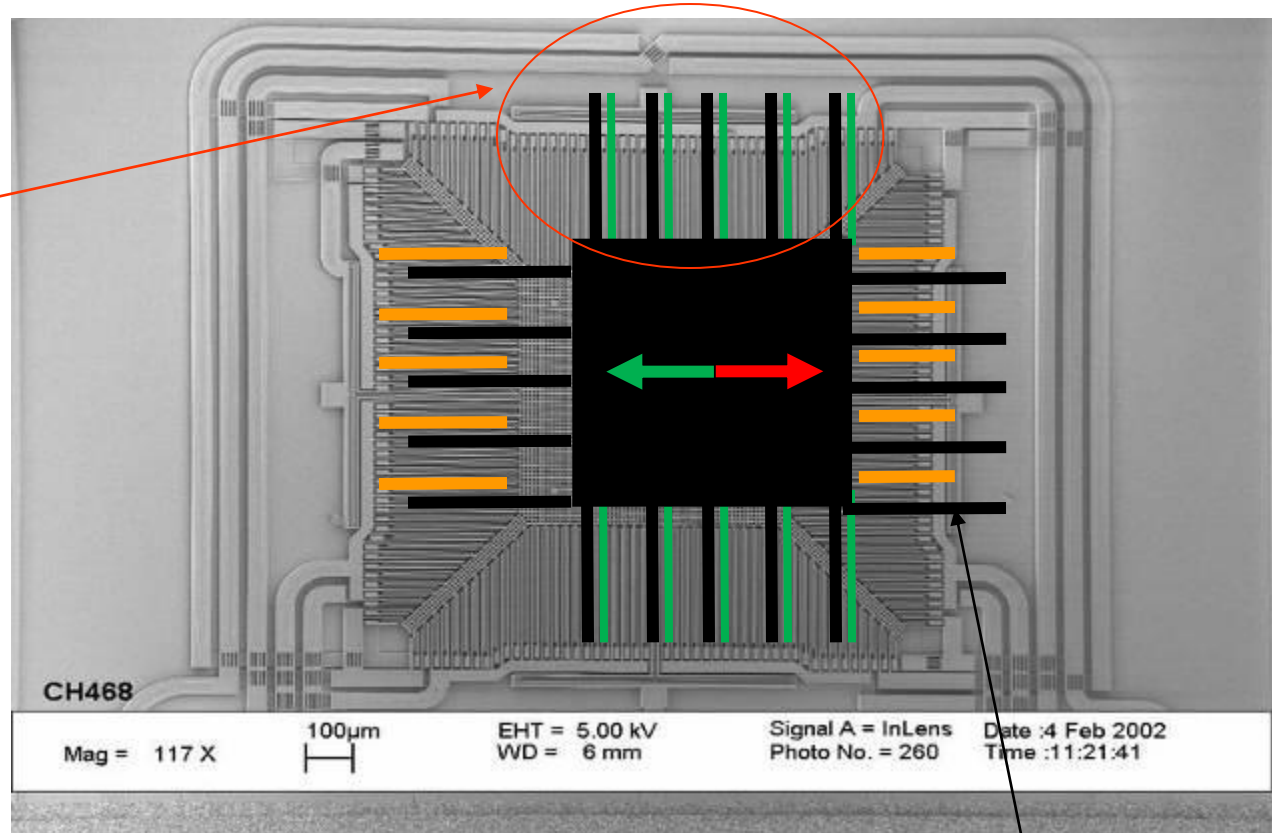
2: 2-Axis Accelerometer
3: 3-Axis Accelerometer
Y: Yaw Gyro
PR: Pitch /Roll Gyro
PY: Pitch/Yaw Gyro
YPR: Yaw/Pitch/Roll Gyro

Performance Level

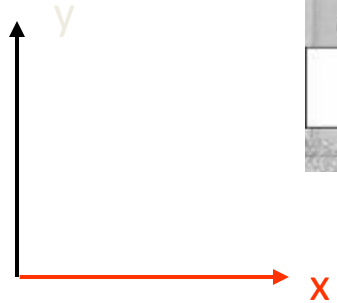
H: High
M or _: Medium
F: Low

МЭМС - Акселерометры

Принцип работы МЭМС акселерометра



Цифровой блок для измерения линейного ускорения по оси X плавающей структуры

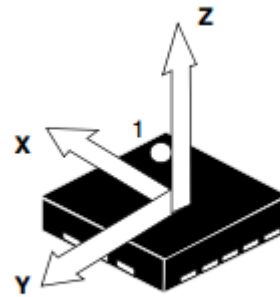
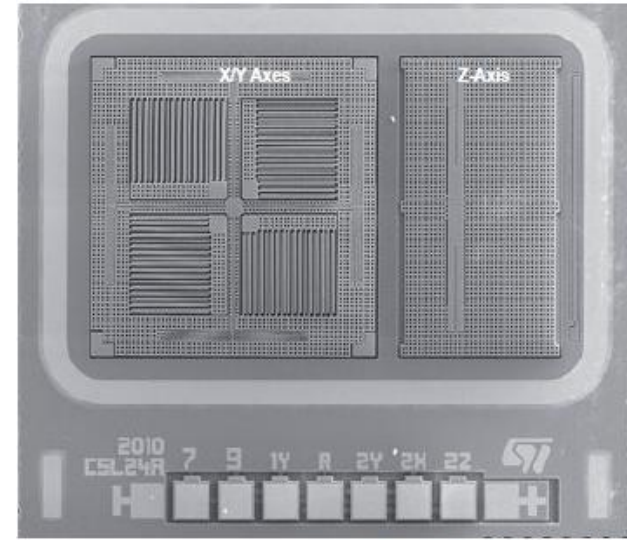
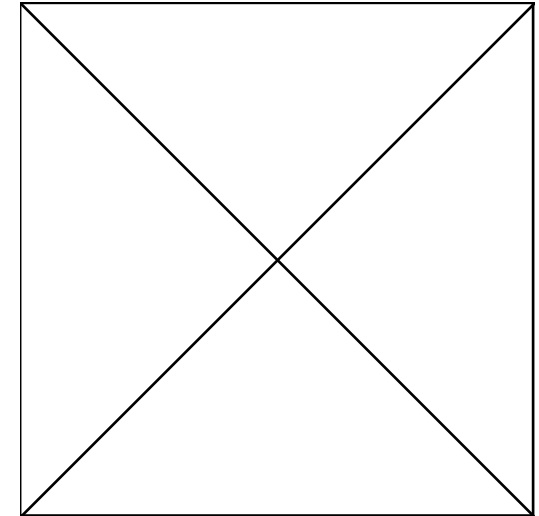


Цифровой блок для измерения линейного ускорения по оси Y плавающей структуры

Акселерометр – LIS3DH

20

- 3-осевой акселерометр
- Цифровой интерфейс SPI/I2C
- Измерение по 4м шкалам: ± 2 , 4, 8 и 16g
- Высокое разрешение (до 12 бит)
- Низкое потребление: 2 мкА в режиме Low power mode (1Гц), 11мкА в режиме Normal (50Гц) и 5мкА в режиме Power Down
- Гибкость работы:
 - 8 ODR: 1/10/25/50/100/400/1600/5000 Гц
 - Пропускная способность до 2.5 КГц
 - 32-уровневый FIFO (16-бит)
 - 3 входа АЦП
 - Датчик температуры
 - Питание от 1.71 до 3.6 В
 - Функция самотестирования
- Корпус 3 x 3 x 1 мм



(TOP VIEW)

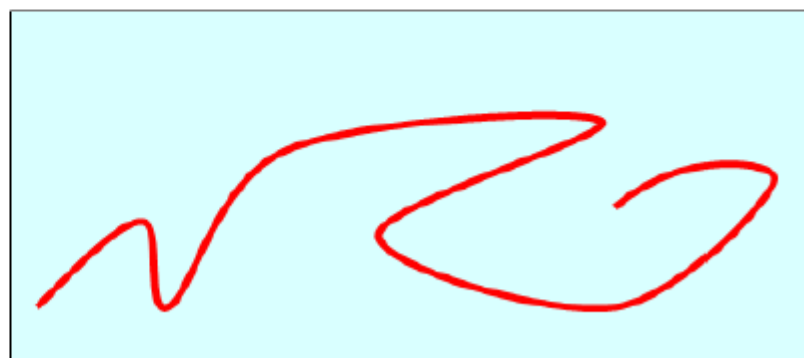
Использования FIFO – LIS3DH

21

- OSs, Communication standards and architectural constraints may limit the maximum sensor access rate
- The availability of an embedded data buffer (FIFO) allows to manage high(er) sampling rate (smoother movement capture and advanced gesture recognition, ex. air writing) without sample loss while offloading I2C reads and reducing interrupt actions to the host



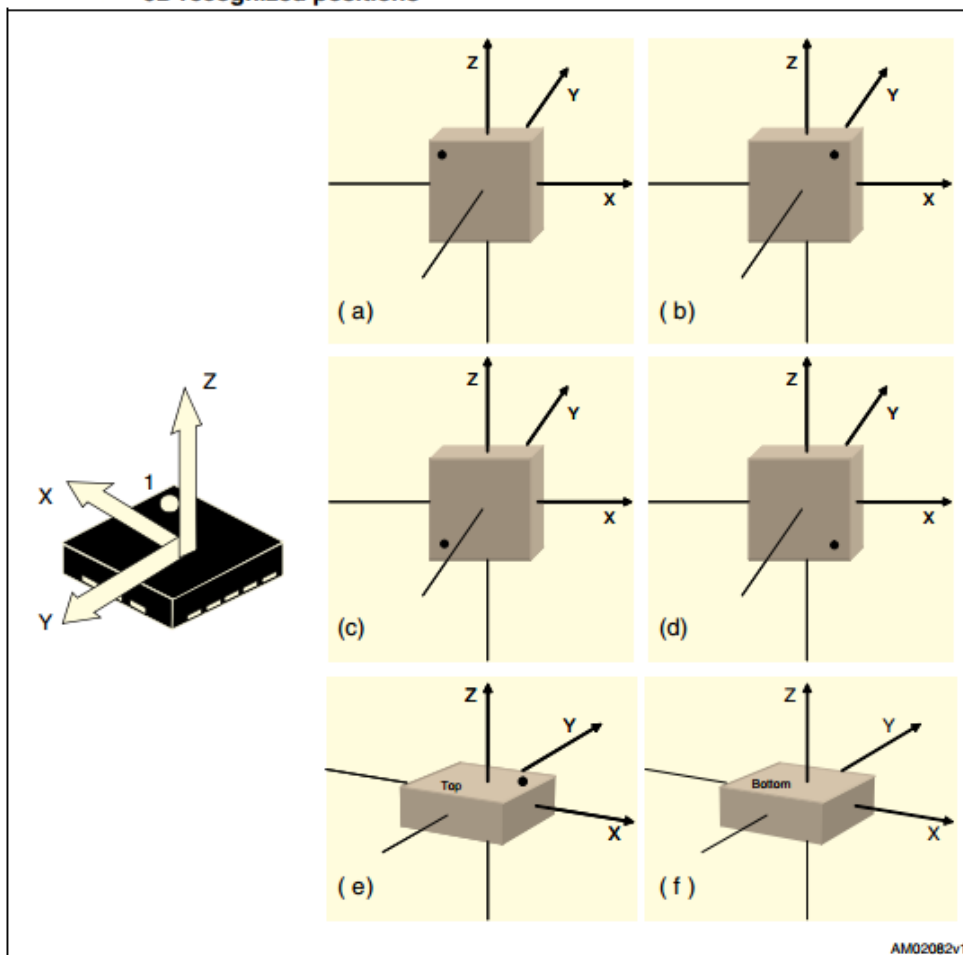
Without FIFO (data buffer)



With FIFO (data buffer)

Детектирование положения

6D recognized positions



AM02082v1

Энергопотребление – LIS3DH

- Очень низкое потребление

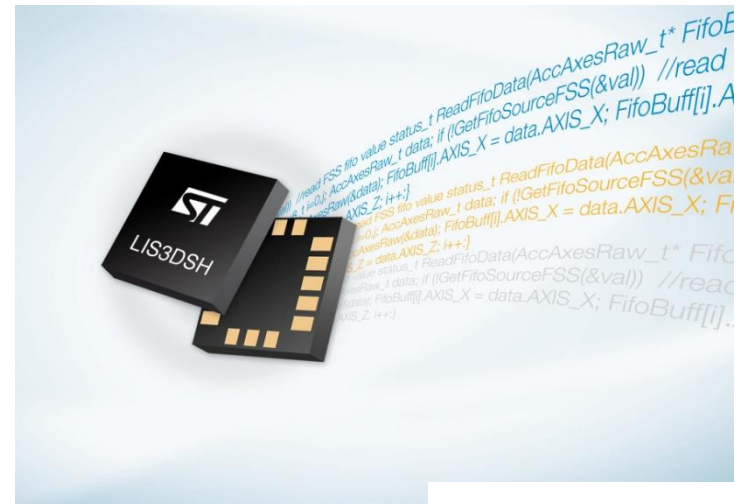
ODR (Гц)	Normal mode (мкА)	Low power mode (мкА)
PDown	0.4	0.4
1	2	2
10	4	3
25	6	4
50	11	6
100	20	10
200	38	18
400	73	36
1250	185	-
1600	-	99
5000	-	184



Акселерометр – LIS3DSH

24

- 3-Осевой Цифровой Акселерометр
- 5 шкал измерения: ± 2 , 4, 6, 8, 16g
- Сглаживающий фильтр (Anti-Aliasing)
- 2 программируемых конечных автомата
- Высокое разрешение (до 14 бит) и низкий шум (150мкг/√Гц)
- Низкое потребление: 11мкА в Active mode (3.1Гц) и 2мкА в Power down mode
- Высокая гибкость:
 - ODR : от 3.1 до 1600 Гц
 - Пропускная способность до 800Гц
 - 32- уровневый FIFO (16-бит)
 - Напряжение от 1.71 до 3.6В
 - Функция самотестирования
- Совместим по выводам с LIS3DH*



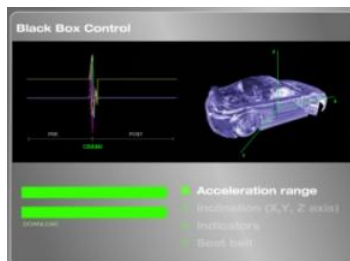
AIS328DQ: 3x осевой акселерометр для автомобильного рынка

28

AIS328DQ

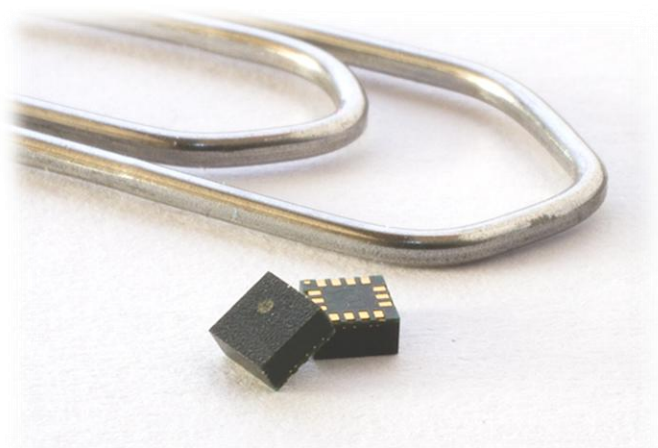
Automotive Inertial Sensor – 3 axes – 2/4/8g full scale – Digital Output – QFPN package

- Product qualified, full Q100 qualification done
- 12 bit resolution, low power consumption (<10 μ A at 10Hz ODR)
- Stacked-die assembly in a small QFPN 4x4x1.8 24L package
- Target applications: security systems, inertial navigation, telematic boxes, intelligent power saving, motion activated functions, ...
- AEC-Q100 - PPAP available



2x2 мм акселерометр - LIS2DM / 2DH

30



2x2x0.9 LGA-14



8 / 10 /12 бит – конфигурируется

2 прерывания

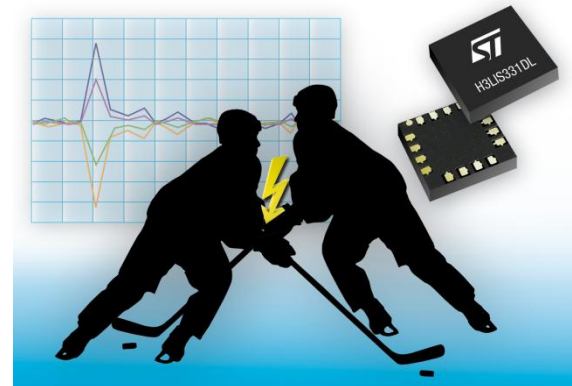
активен / неактивен

- Напряжение питания от 1.71 до 3.6 В
- Независимое питание IO (1.8 В) и напряжение питания
- Датчики температуры
- FIFO блок памяти
- Диапазон измерения $\pm 2g/\pm 4g/\pm 8g/\pm 16g$
- 4D/6D определение ориентации
- Программируемые прерывания для разрешения обнаружения детектирования движения, click/double-click события, и другие условия

Accelerometer – H3LIS3331*

31

- 3-осевой акселерометр
- 3 шкалы: ± 100 , 200, 400g
- Разрешение 12-бит (49mg/lb)
- 300 мкА в Active mode, 10 мкА в Low Power и 1мкА в Power Down mode
- ODR: от 0.5 до 1000 Гц
- Применение:
 - Измерение силы удара в спорте (американский футбол, хоккей, бокс,)
 - Определение «шокового» состояния для инструментов, оборудования, портативных устройств (мед инструмент, ноутбуки, моб телефоны, ...)
 - Мониторинг грузов, аварии на транспорте



*Будет доступен для ММ в Q4 2012

МЭМС гироскопы



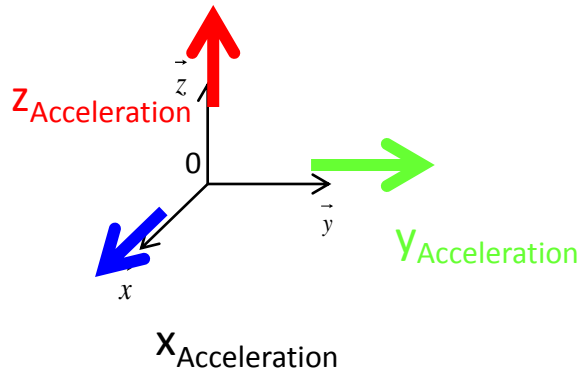
Акселерометр и Гироскоп

Акселерометр измеряет линейное ускорение

Гироскоп измеряет угловое перемещение(pitch, roll и yaw)

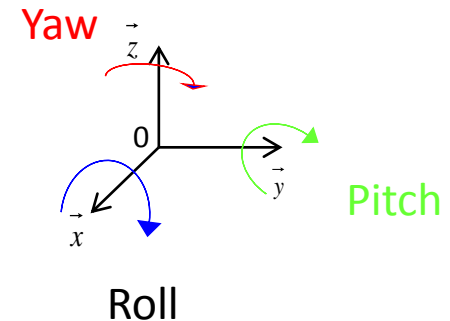
Акселерометр и Ньютон

$$F = m A$$



Гироскоп и Кориолис

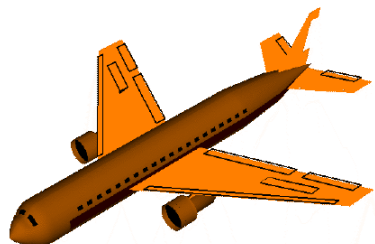
$$F = - 2m V \times \Omega$$



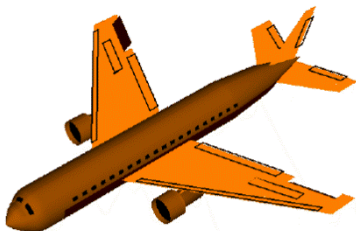
МЭМС акселерометр и гироскоп объединены в отдельный модуль - IMU (Inertial Measurement Unit)

Гироскоп – принцип работы

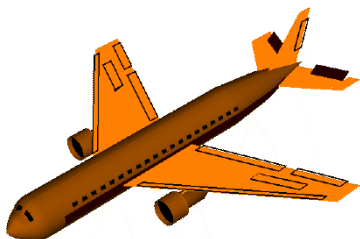
34



- **Рыскание (Yaw)** – вращение вокруг вертикальной оси (ось Z)



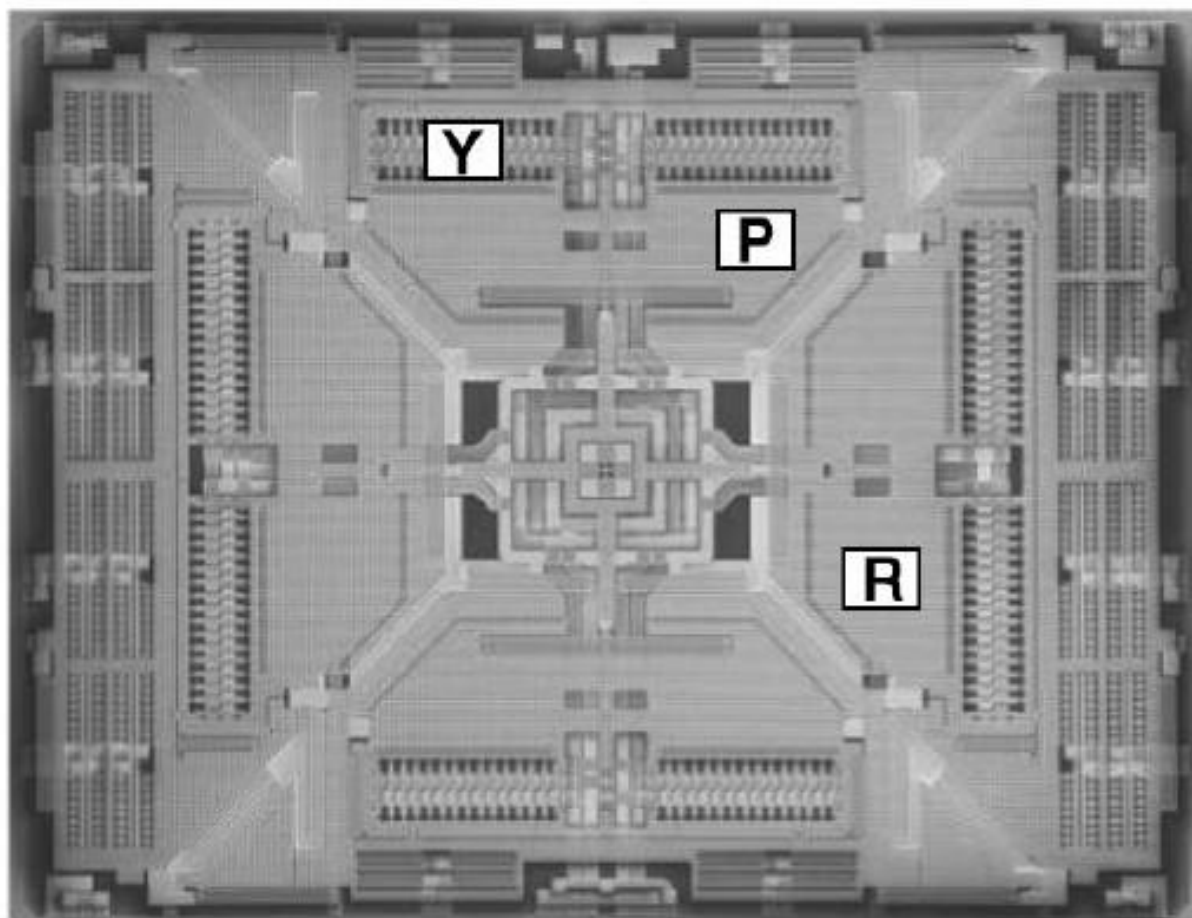
- **Крен (Roll)** – вращение вокруг продольной оси (ось X)



- **Тангаж (Pitch)** – вращение вокруг поперечной оси (ось Y)

Внутренняя структура гироскопа

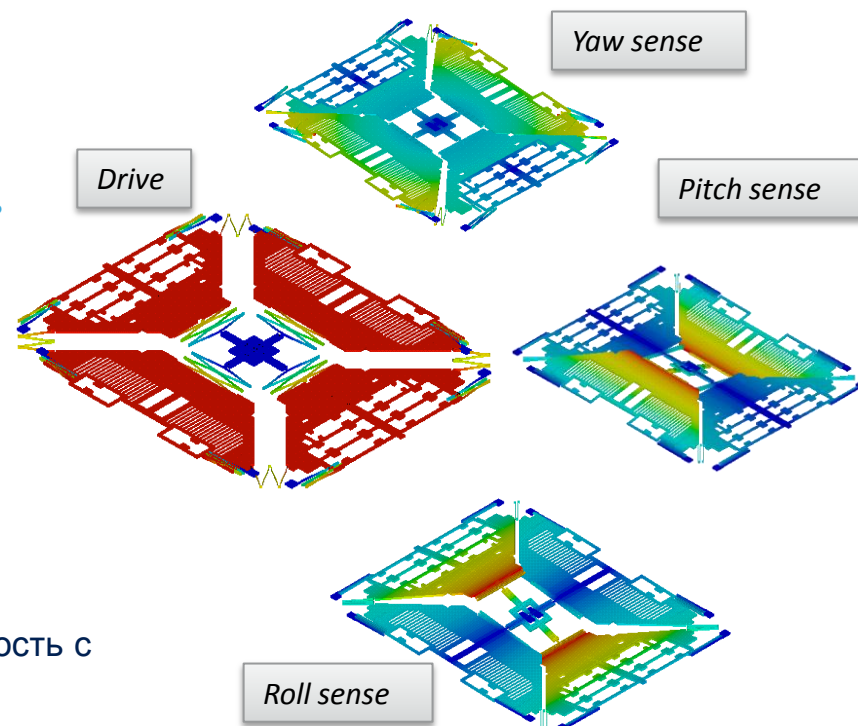
35



Гироскоп L3GD20

37

- 3-осевой цифровой гироскоп, цифровой SPI/I2C интерфейс
- Высокое разрешение, 16 бит разрешение
- Измерение вращения по 3 шкалам: $\pm 250^\circ/\text{с}$, $\pm 500^\circ/\text{с}$ и $\pm 2000^\circ/\text{с}$
- Power Down (5 мкА) и Sleep (2 мА) режимы
- Interruption и Data Ready выходные линии
- Высокая производительность:
 - Иммуитет к аудио и механическому шуму
 - Высокое разрешение/высокая температурная стабильность
 - Высокая шокосая устойчивость: 10 000g в течении 0.1мс
- Дополнительные параметры:
 - 4 Output Data Rates(ODR): 95, 190, 380, 760 Гц
 - 8-бит выход температурного датчика, FIFO - буфер
 - Конфигурируемые фильтры низких и высоких частот
 - Функция самотестирования
- Совместимость по выводам и программная совместимость с L3G4200D



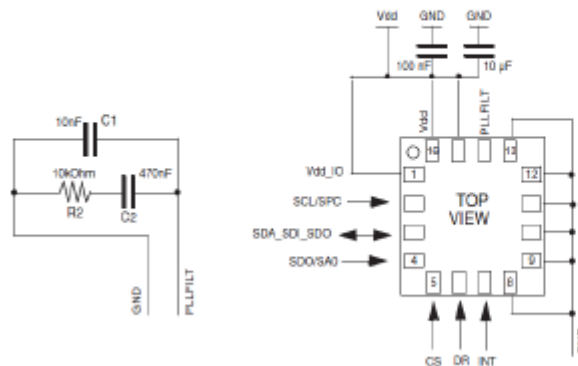
Гироскоп L3GD20

38

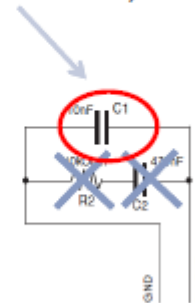
- 3-осевой цифровой гироскоп
- Комбинирует высокую чувствительность с иммунитетом к аналоговому шуму и вибрациям
- Совместим по выводам и программно совместим с L3G4200D



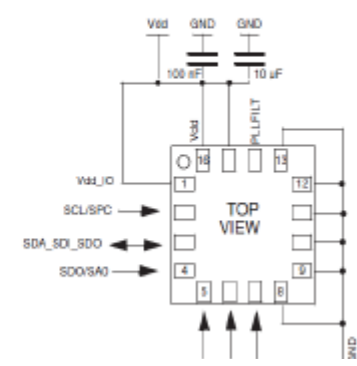
L3G4200D



10nF 25V class
(10nF at 11V bias)



L3GD20



NEW

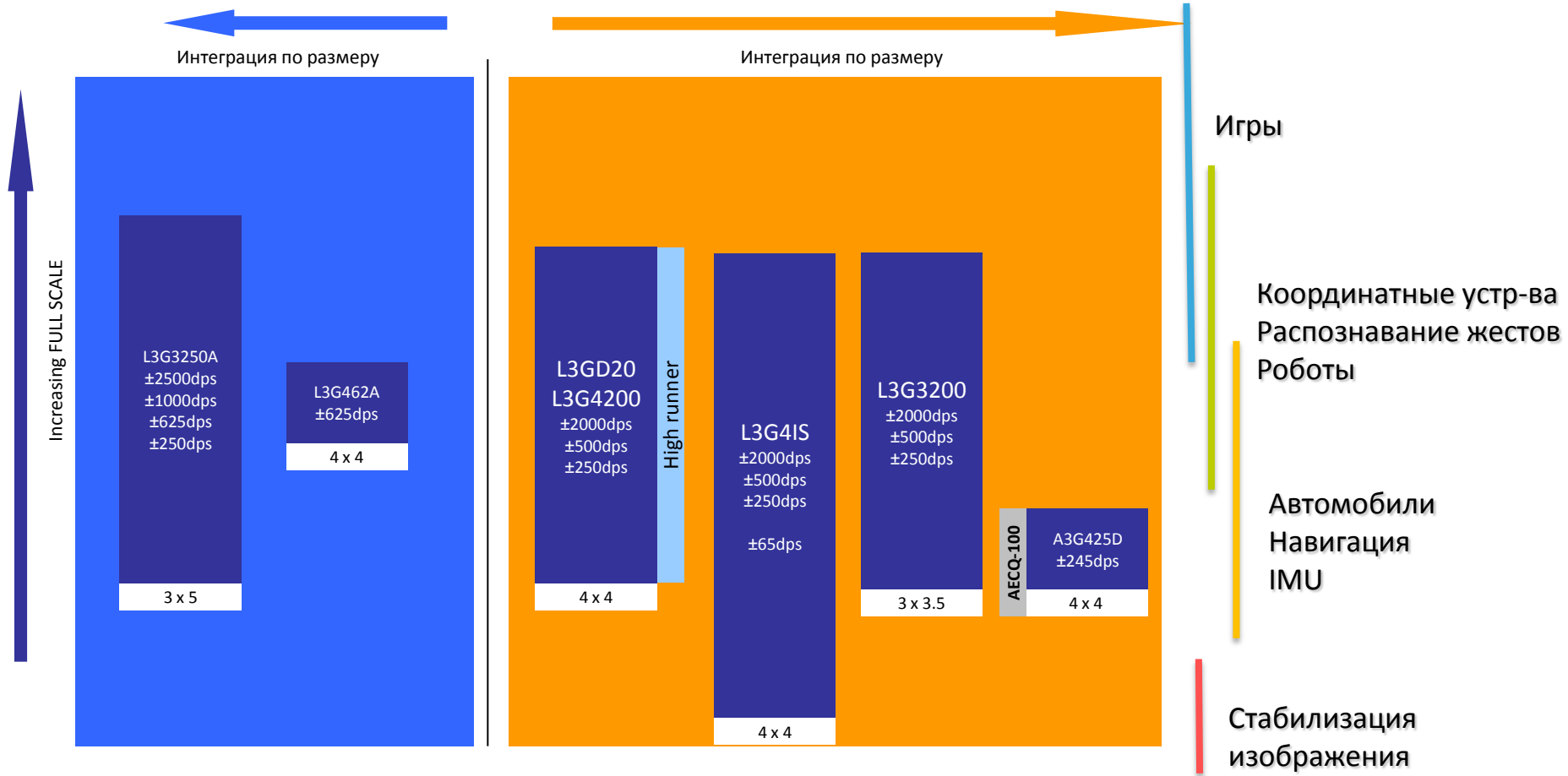
Гироскоп L3G3250A

39



- **3-Осевой Аналоговый Гироскоп**
- **Иммунитет к аналоговому шуму и вибрациям**
- **2 шкалы измерения: $\pm 625^\circ/\text{с}$ и $\pm 2500^\circ/\text{с}$**
- Power down и Sleep режимы
- Функция **самотестирования**
- Заводская калибровка
- **Высокая чувствительность: $2 \text{ мВ}/^\circ/\text{с}$ при $625^\circ/\text{с}$**
- Встроенный фильтр нижних частот
- Высокая температурная стабильность ($0.08^\circ/\text{с}/^\circ\text{C}$)
- Высокое шоковое состояние: 10000g в течении 0.1 мс
- Температурный диапазон от -40 до 85°C
- Напряжение питания: $2.4 - 3.6\text{В}$
- Потребление: 6.3 мА в Normal, 2 мА в Sleep и 5 мкА в Power Down режимах
- **Корпус $3.5 \times 3 \times 1 \text{ LGA}$**

Портфолио МЭМС гироскопов



Аналоговый интерфейс

Цифровой интерфейс I2C/SPI

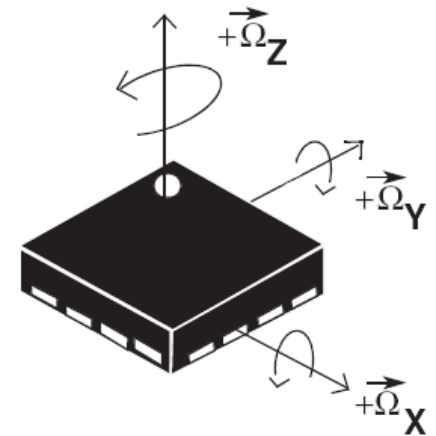
A3G4250D: 3-осевой гироскоп для автомобильного рынка

42

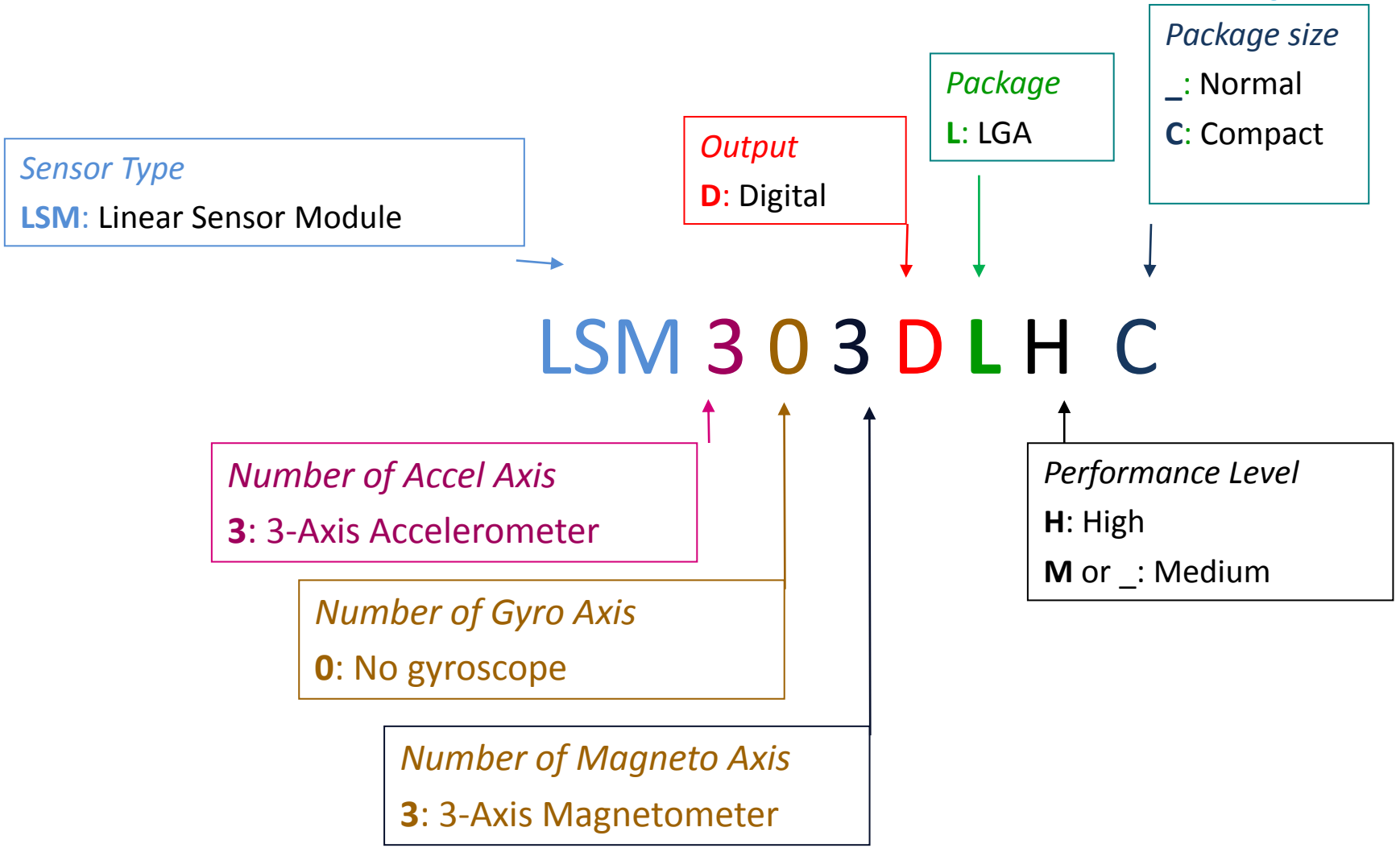
A3G4250D

Automotive – **3** axes – **G**yroscope – **4x4 LGA 16L** – **±245**dps full scale – **D**igital Output

- Совместим по выводам с L3G4200D
- Низкое потребление
- Низкий шум и высокая стабильность по температуре
- Области применения: трекинг-системы, автотрекеры, навигация, определение угла наклона
- AEC-Q100



MEMS датчики – модули



MEMS E-компасы



- **MEMS Акселерометр + Магнитный датчик (датчик положения)**
 - 3-осевой акселерометр: $\pm 2g/\pm 4g/\pm 8g$
 - Разрешение 12 бит , чувствительность 1mg
 - ODR до 1КГц
 - 3-осевой магнитный датчик: измерение от ± 1.3 до ± 8.1 Гаусса
 - Разрешение 5 мГаусса, чувствительность 0.9 мГаусса (x,y) и 1 мГаусса (z)
 - ODR до 220 Гц
 - I²C интерфейс
 - От 2.16 до 3.6 В (1.8 В I/Os),
 - Потребление 360 мкА, 2 мкА в режиме Power-Down
 - 2 линии прерывания - детектирование событий



LSM303DLM
MEMS - компас

ODR: Output Data Rate

Digital Compass – LSM303DLHC

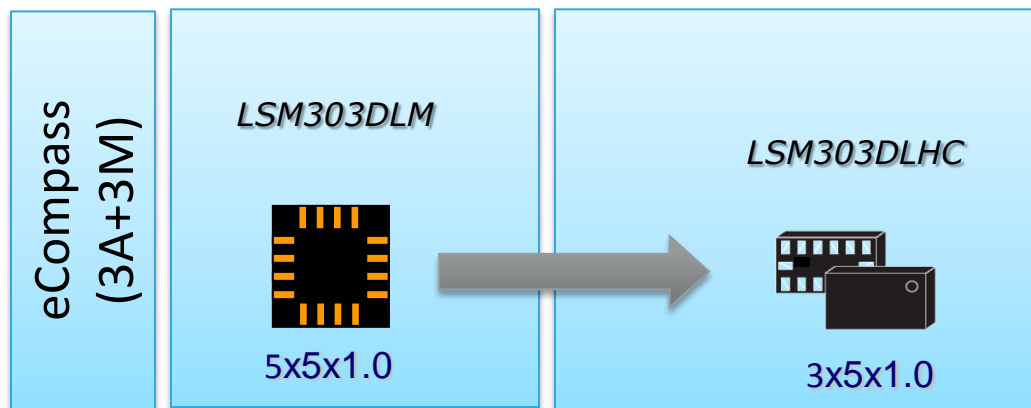
47

- MEMS Акселерометр + Магнитный датчик
 - 3-осевой акселерометр: $\pm 2g/\pm 4g/\pm 8g/\pm 16g$
 - Разрешение 12 бит , чувствительность 1 мг
 - ODR до 5 КГц
 - 3-осевой магнитный датчик: измерение от ± 1.3 до ± 8.1 Гаусс
 - Разрешение 2 мГаусса, чувствительность 0.9 мГаусс (x,y) и 1 мГаусс (z)
 - ODR до 220 Гц
 - I²C интерфейс
 - От 2.16 до 3.6 В (1.8 В I/Os),
 - Потребление 110 мкА, 1 мкА в режиме Power-Down
 - Встроенные FIFO и датчик температуры
 - 2 линии прерывания - детектирование событий



LSM303DLHC
MEMS Компасс

Портфолио МЭМС компасов



Q3

Q4

Q1

2010

2011

2012

Цифровой компас - LSM303D

- Основные параметры:
 - 3-осевой акселерометр: шкала измерений от 2g до 16g
 - 3-осевой магнитный датчик: шкала измерений от 2 Гаусс до 12 Гаусс
 - 14 бит разрешение акселерометра и 16 бит магнетометра
 - Встроенный температурный датчик (12 бит выход)
 - Дополнительные параметры
 - I²C/SPI интерфейс
 - Корпус: LGA-16, 3 x 3 x 1 мм³
 - Питание: от 2.16 В до 3.6 В

Разрешение 2.5 мГаусса при 12 Гаусса

МЭМС IMU (iNEMO - Inertial Movement Unit)

LSM330DLC:

- МЭМС Акселерометр (LIS3DH) + Гироскоп (L3GD20)
 - 3-осевой акселерометр, ± 2 ± 4 ± 8 $\pm 16g$
 - 3-осевой гироскоп, ± 250 ± 500 ± 2000 dps
 - SPI/I²C интерфейс
 - Режим Power-Down
 - 4 линии прерывания (2 для гироскопа и 2 для акселерометра)
 - 2 x FIFOs и датчик температуры
 - Корпус 4x5 мм



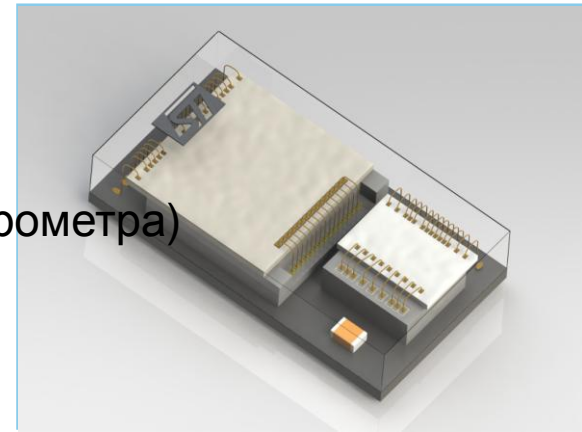
LSM330DLC
MEMS IMU

LSM330D:

- МЭМС Акселерометр + Гироскоп
 - 3-осевой акселерометр, ± 2 ± 4 ± 8 $\pm 16g$
 - 3-осевой гироскоп, ± 250 ± 500 ± 2000 dps
 - SPI/I²C интерфейс
 - Режим Power-Down
 - 4 линии прерывания (2 для гироскопа и 2 для акселерометра)
 - 2 x FIFOs и датчик температуры
 - Корпус 3x5.5x1 мм

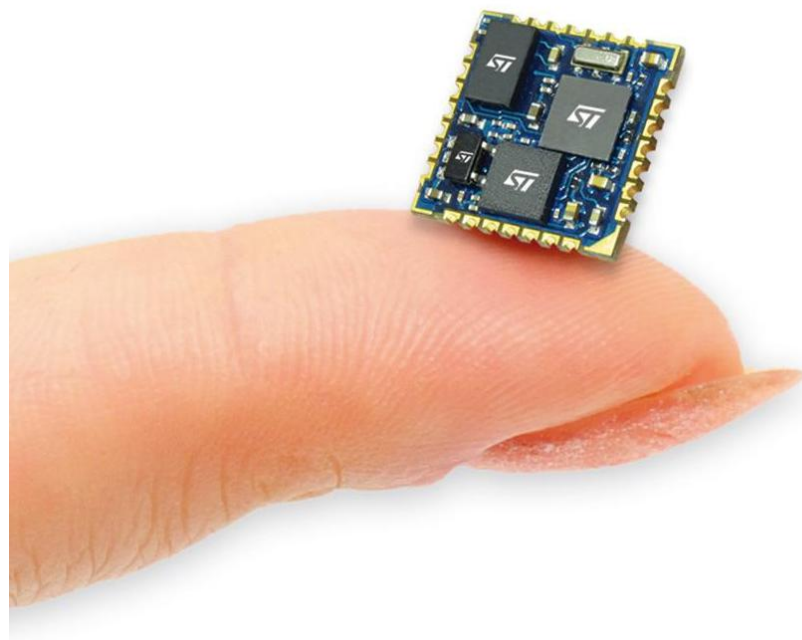


LSM330D*
MEMS IMU



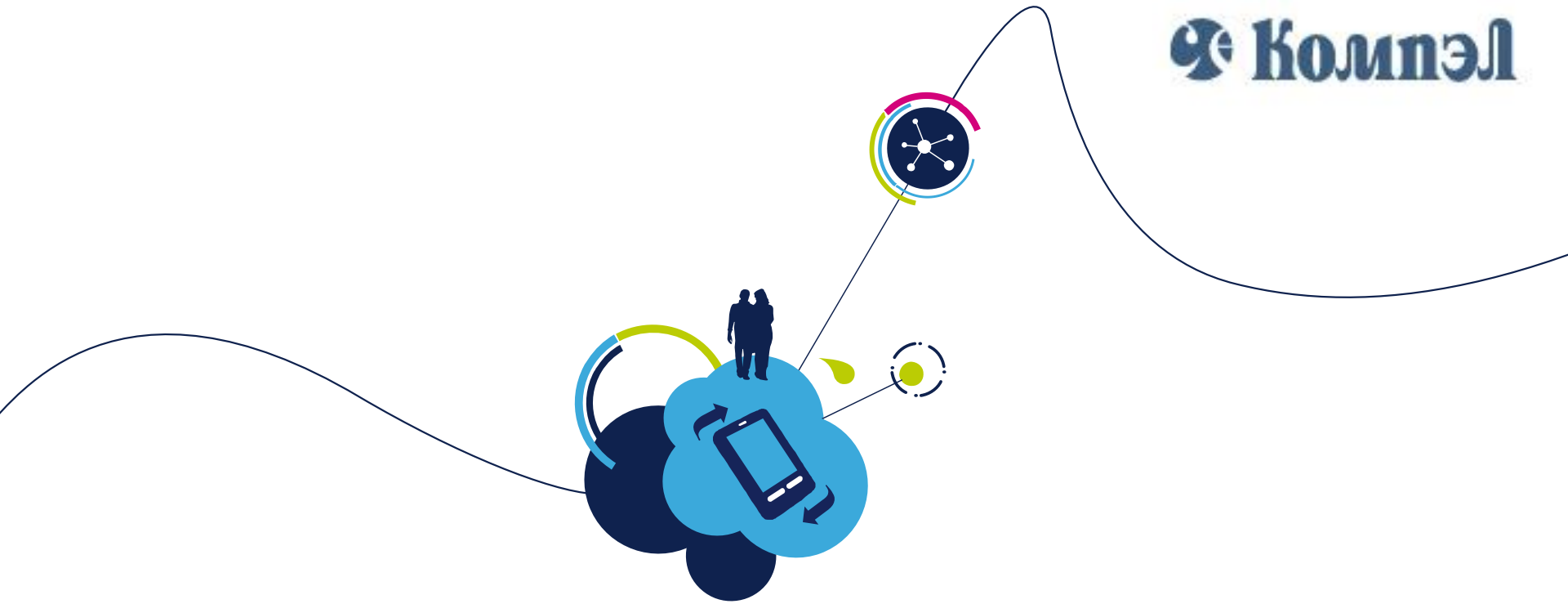
9-осевой модуль iNEMO

58



INEMO-M1

- Маленький размер: 13 x 13 x 2 мм
- L3GD20: 3-осевой цифровой гироскоп
- LSM303DLHC: 6-осевой геомагнетический модуль
- STM32F103REY: WLCSP, ARM®-based 32-bit MCU
- LDS3985M33R: ultra low drop-low noise voltage regulator.
- Доп интерфейсы: CAN, USART, SPI и I²C; full-speed USB 2.0
- Свободные АЦП каналы для внешних сигналов
- iNEMO SW Fusion библиотека
- Доступность в Q4 iNEMO-M1 и Q1 2013 для iNEMO-PRO (sensor fusion SW embedded)

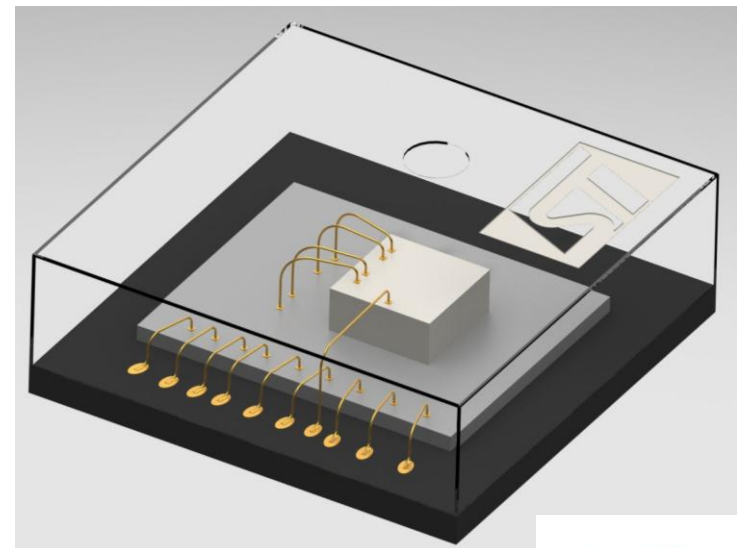
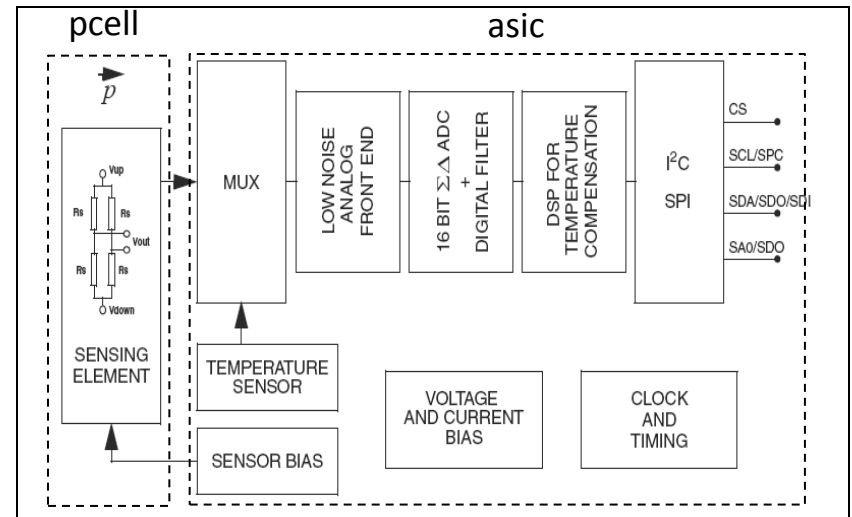


МЭМС сенсоры окружающей среды

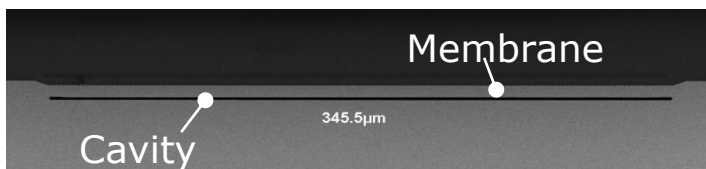
МЭМС датчик давления

LPS331AP 260 – 1260 мБар барометр

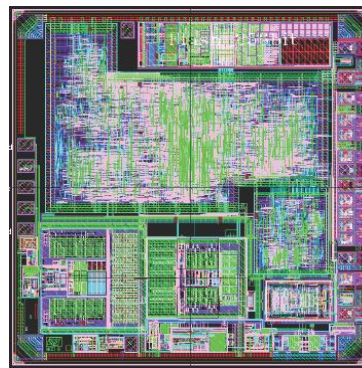
LPS331AP	
Размеры	3x3x1
Диапазон измерений	260-1260 mbar
Сверхдавление	> 20 Бар
Разрешение АЦП	24 бит
Потребление	5.5мА (.16мБар разреш) 45 мкА (выс разреш) @ 1Гц ODR 5мкА (Low Power)
Шум	0.020 мБар (rms) *
Относительная точность (0÷65°C)	Линейная: ± 2 мБар (встроенная) Квадратическая: ± 1 мБар (внешнее sw)
Максимальная ODR	High resolution режим: От 1 до 25Гц 1 разовая (макс время преобразования = 45мсек)
Цифровые параметры	
Компенсация	Линейная встроенная Квадратичная – внешняя программа
Менеджмент	Атоноль Калибровка за 1 шаг Выделенный регистр



LPS331AP под микроскопом

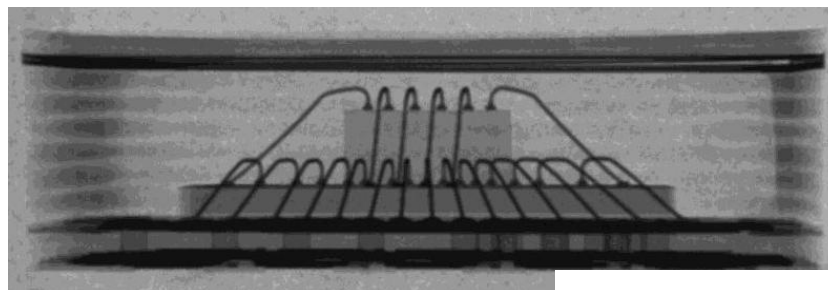
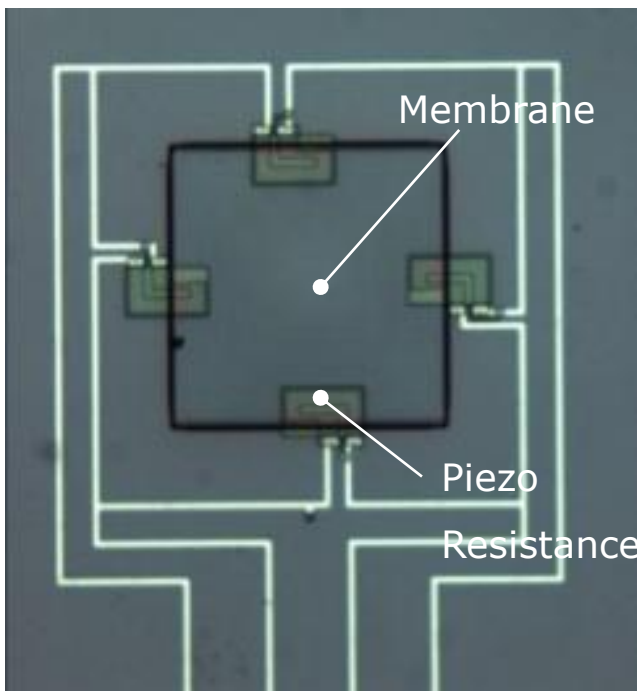


+



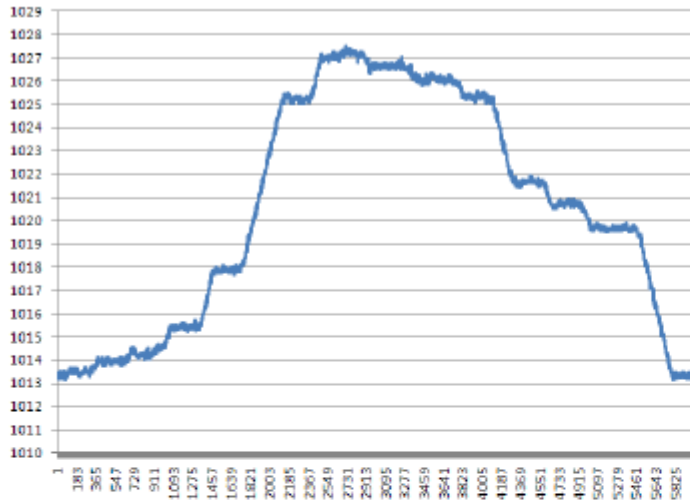
ASIC с
I2C/SPI
интерфейсом

=



LPS331AP – floor detection

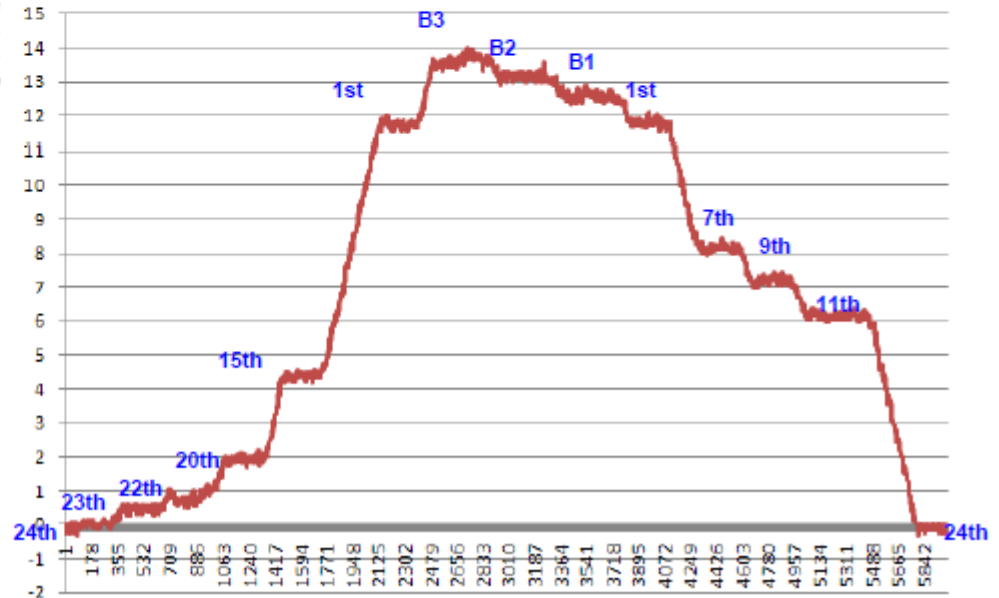
✓ Measured Pressure (mbar)



❖ LPS331AP output

▪ FROM 24th floor to B3

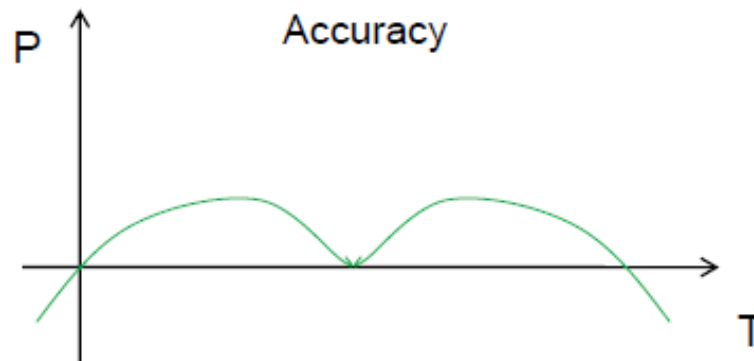
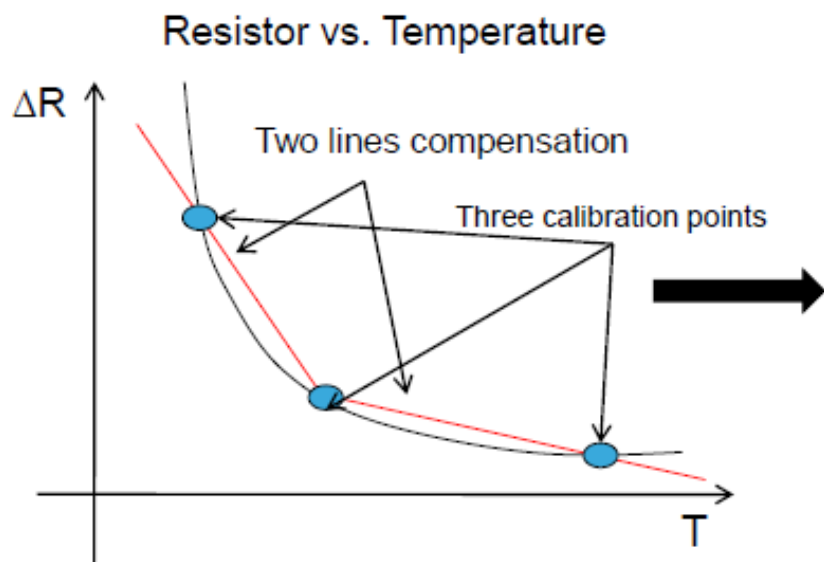
✓ Variance (mbar) - pressure value VS reference



LPS331AP – встроенная компенсация

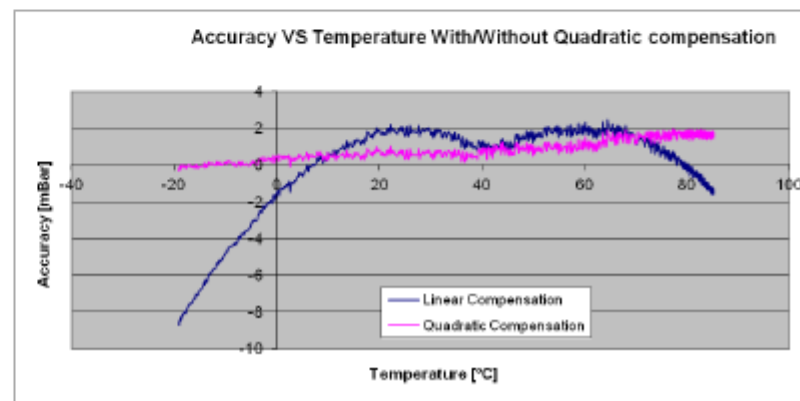
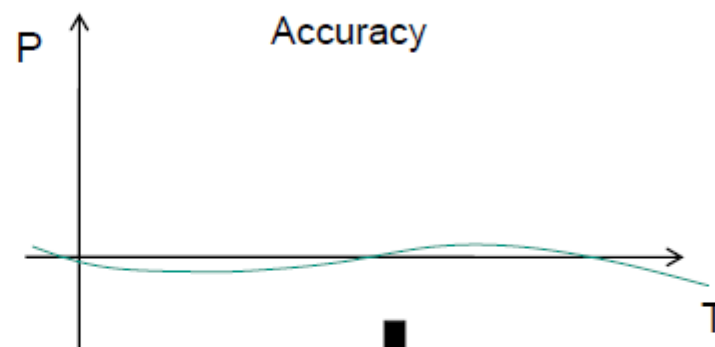
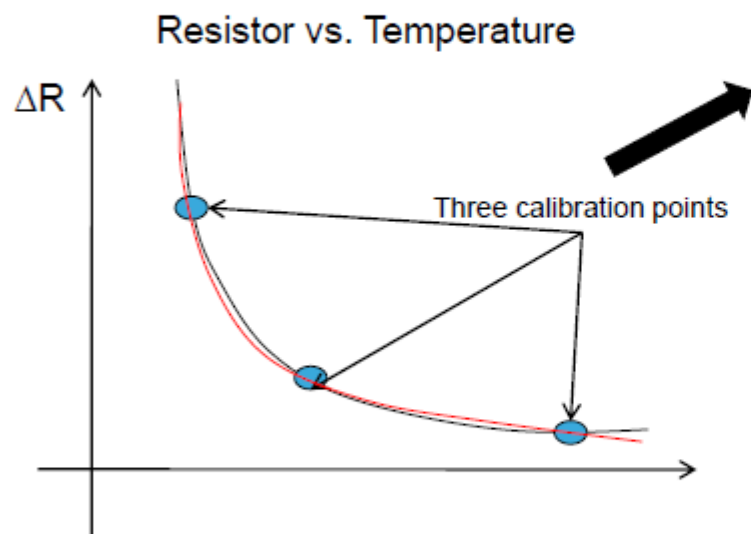
66

- LPS331AP is calibrated at 3 different temperature
- The compensation algorithm uses the embedded temperature sensor



LPS331AP – квадратичная компенсация

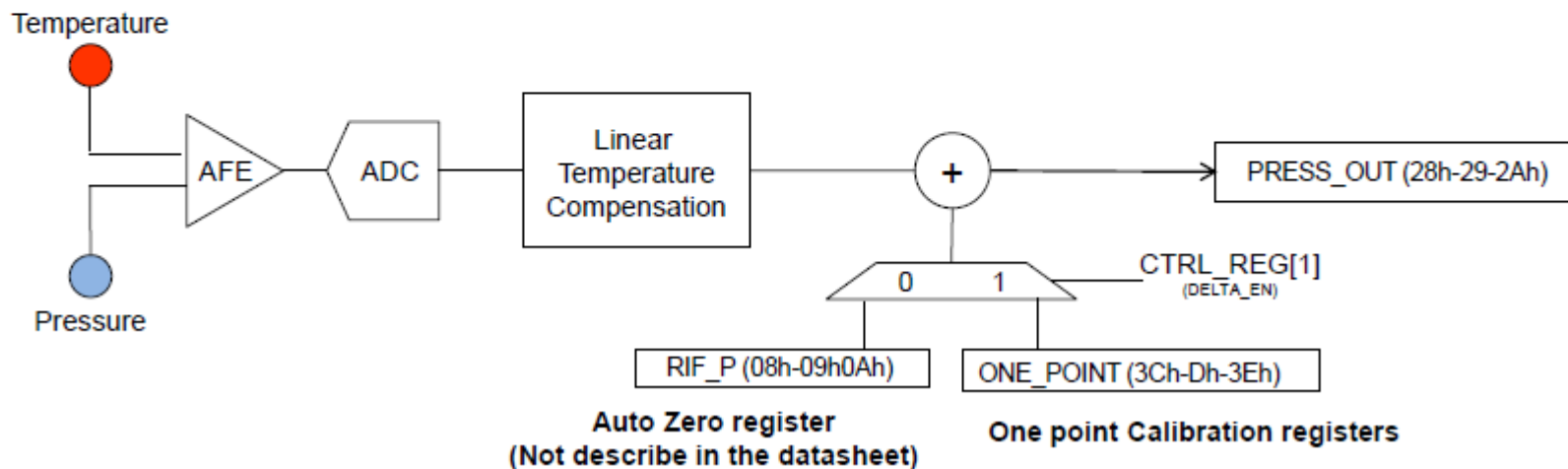
- LPS331AP is calibrated at 3 different temperatures. Using the 3 calibration coefficients sets possible implement a quadratic temperature compensation improving the accuracy temperature



LPS331AP – калибровка за 1 шаг

68

- LPS331AP has a dedicated register to implement the one point calibration
 - Value stored in the register is add/subtracted to the pressure output
 - One point calibration is a procedure to remove the soldering shift to be implemented at the end of the customers production line



МЭМС микрофоны



Цифровые МЭМС микрофоны

72

Патентованная технология

■ Собственные корпуса:

- Top/Bottom
- Размер: 3x4x1 и 4x5x2

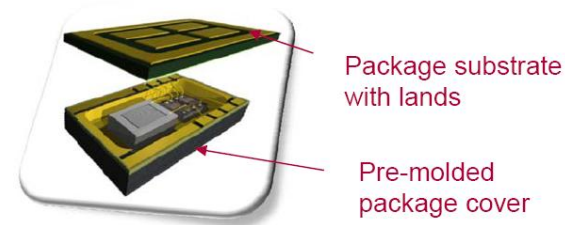
■ Лучшие в классе параметры

- Лучшая АЧХ
- Всенаправленность
- Лучшая чувствительность в классе
- Качество сигнала(SNR > 60dB)

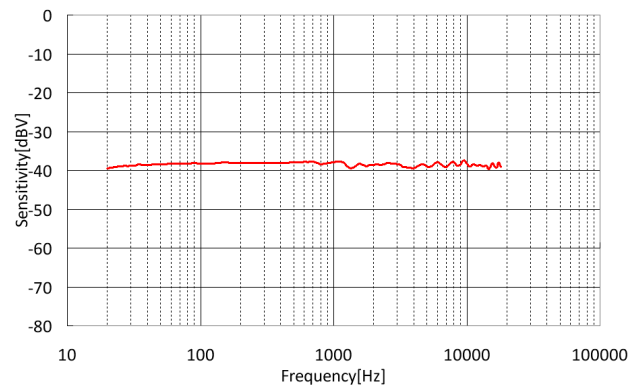
■ Стабильные параметры

- Влажность
- Температура

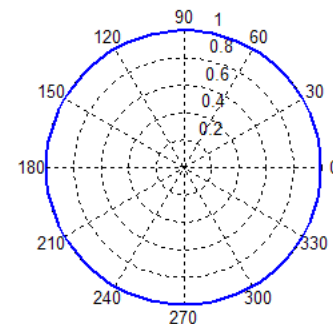
■ Иммуитет от пыли



ST frequency response



Omni-directional Polar diagram



New MEMS Microphones from STMicroelectronics Enhance Audio Experience in Mobile Phones and Portable Computers

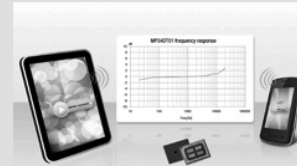


Geneva, April 26, 2011 - STMicroelectronics (NYSE: STM), a global semiconductor leader serving customers across the spectrum of electronics applications and the leading supplier of MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) for consumer and portable applications, today introduced two new digital MEMS microphones. Combining superior sound quality with robustness and reliability at reduced size and cost, ST's MP34DB01 and MP45DT02 microphones enable enhanced audio experience in mobile phones and portable computers, as well as in many other existing and emerging applications with a voice input.

According to iSuppli, the market for MEMS microphones for consumer electronics and mobile handsets is forecast to grow

ST's MEMS Microphone Smooths the Way to Natural Voice Control in Smart Consumer Devices

Innovative device combines convenient chip layout with superior acoustic performance



Geneva, October 20, 2011 - STMicroelectronics (NYSE: STM), a global semiconductor leader serving customers across the spectrum of electronics applications and the leading supplier of MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) for consumer and portable applications¹, expanded its sensor portfolio with a new high-performance, low-power digital MEMS microphone. Housed inside an ultra-small 3x4x1 mm package, ST's MP34DT01 top-port microphone delivers a best-in-class audio experience in mobile phones, tablets and other smart consumer devices.

A technology breakthrough, the MP34DT01 employs a patent-

ENTERING THE MARKET WITH BEST IN CLASS SOLUTIONS

SNR

(A-weighted @ 1KHz, 1Pa)



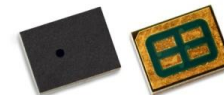
58dB

MP45DT02



62dB

MP34DB01



63dB

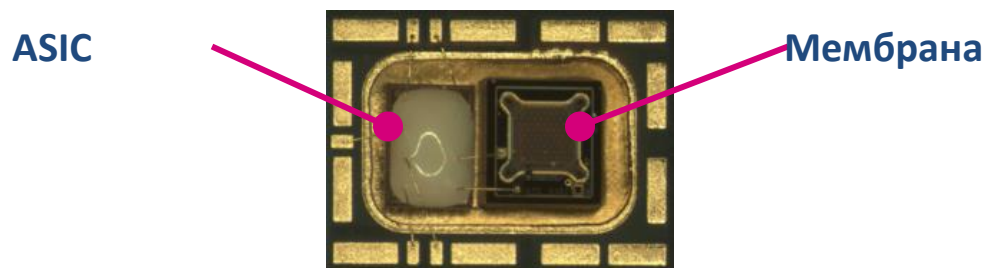
MP34DT01

Paving the way for a new acoustic era

- Acoustic overload point: 120dB SPL
- Sensitivity: -26dBFS ±3B
- PSRR: -70dBFS
- THD+N: <1% @ 100dB SPL

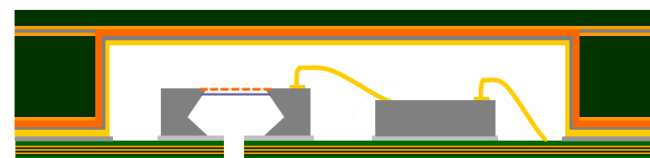
МЭМС микрофон под микроскопом

75

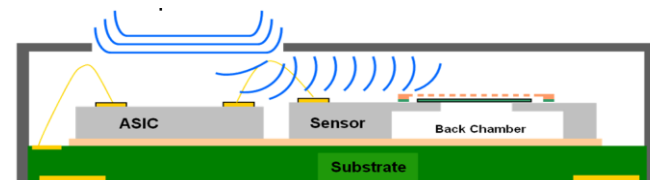


- **Параметры для top/bottom микрофонов эквиваленты в ST**
 - Bottom port - микрофон имеет лучшие характеристики чем top port в связи с тем, что мембрана расположен ближе к акустическому отверстию
 - Технологии ST позволяют размещать МЭМС мембрану максимально близко в обоих случаях – top/bottom
 - Top port SNR = 63dB как и в bottom port

Структура Bottom Port от ST



Top Port структура от конкурента

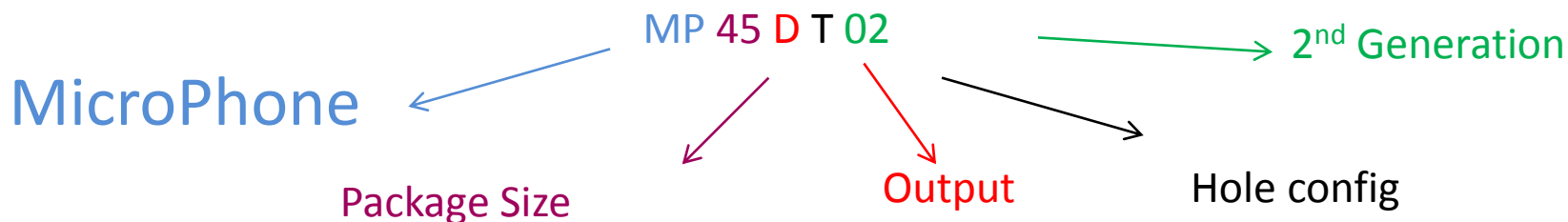


Структура Top Port от ST



Патентованная технология

Портфолио МЭМС микрофонов



Part number	Top / Bottom port	Package (mm3)	Analog / Digital	Voltage (V)	SNR (DB)	Sensitivity dBFS	AOP (dB SPL)	BW (KHz)	Current (µA)	MP
MP34DB01	Bottom	3x4x1	Digital	1.64-3.6	62	-26	120	20	600	Done
MP34DT01	Top	3x4x1	Digital	1.64-3.6	63	-26	120	20	600	Done
MP45DT02	Top	3.76x4.72	Digital	1.64-3.6	58	-26	120	10	650	Done



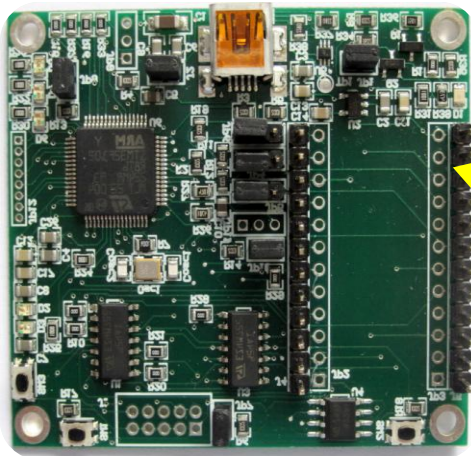


Tools, SW & Evaluation Kits

Отладочные наборы

eMotion: STEVAL-MKI109V2

- Possible Daughter boards:



Основная плата



LIS3DH
MKI105V1



LSM303DLHC
MKI106V1



L3GD20
MKI107V2



LSM303DLHC
+
L3GD20
MKI108V2

Дочерние платы



LPS331AP
MKI120V1

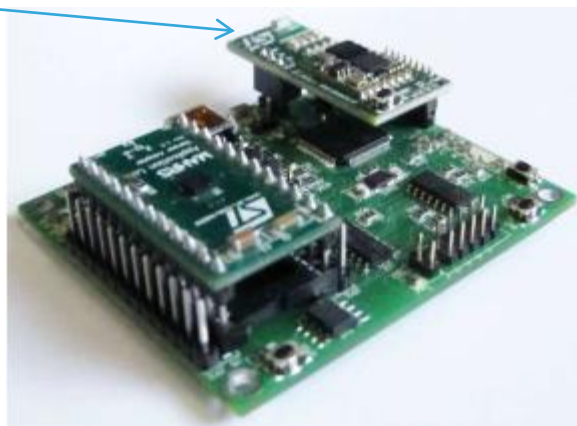
Отладочная плата на основе STM32 + большое количество МЭМС-адаптеров

Беспроводное расширения для eMotion

-
-



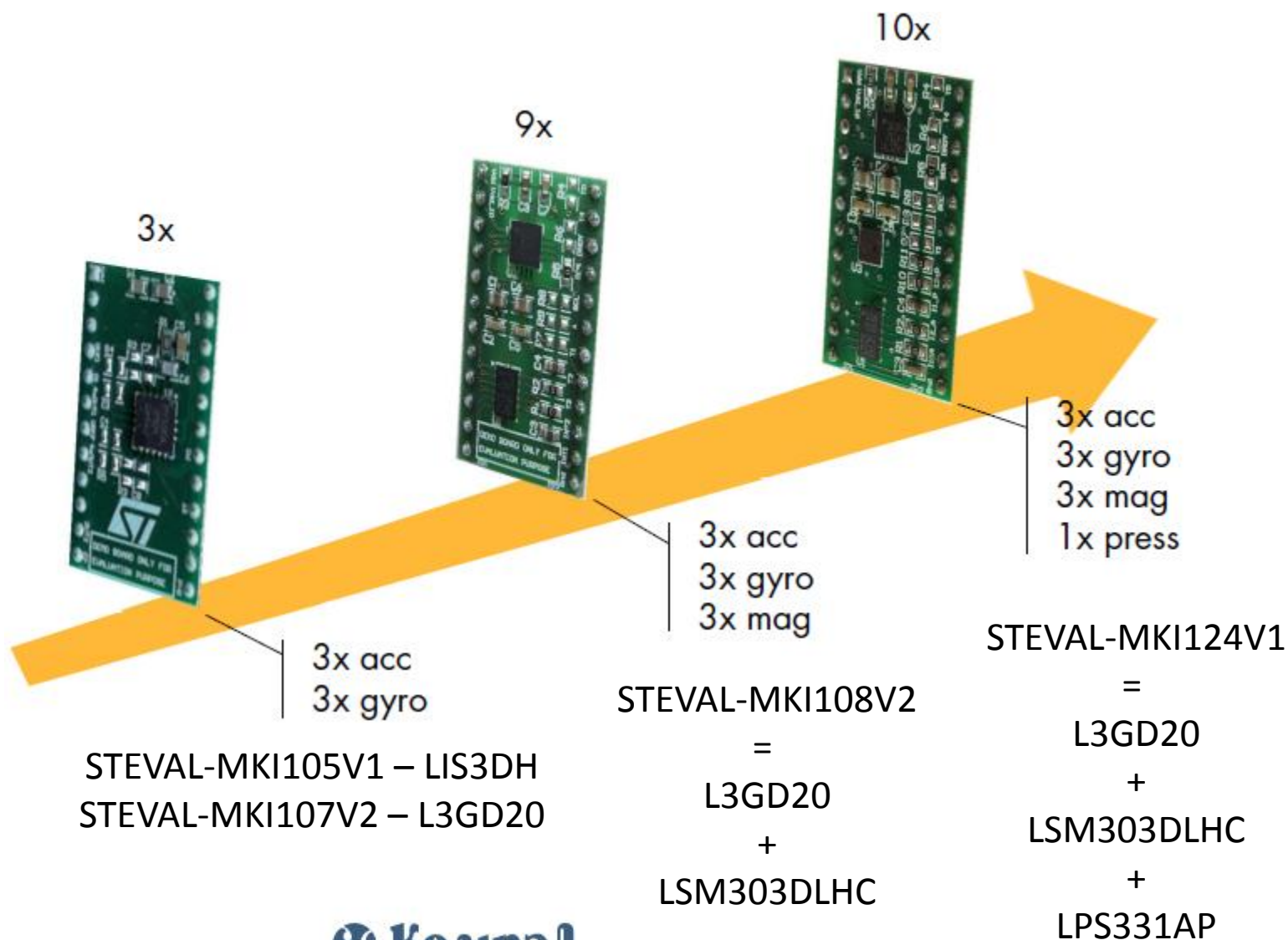
BlueTooth Class 2
SPG SPBT2532C2.AT



ZigBee

STEVAL-MKI115V1

В ближайшее время - 10 DOF



Environment boards Proposal for evaluation

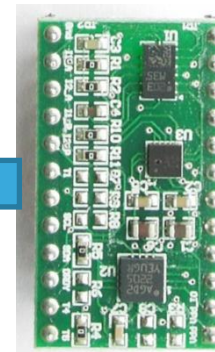
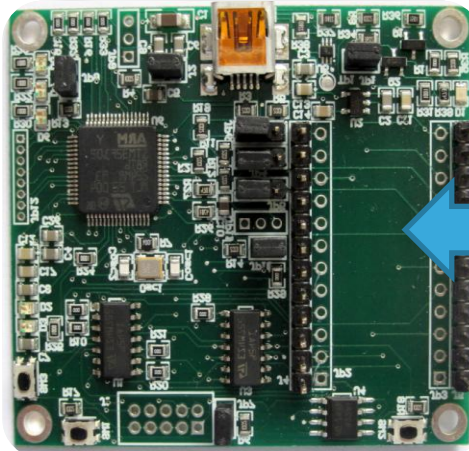
10
DOFs
Sensor

STEVAL-MKI109V2
STM32F103 – M3 CPU core

LSM303DLHC 3A+3M
+ L3GD20 + 3G
+ LPS331AP + 1P

=

STEVAL-MKI124V1



STM32-based MEMS motherboard
compatible with ST MEMS adapters

ПО для демонстрации Гироскопа

Определенное ПО поставляется с демонстрационной платой

UNICO Select COM: COM18

CTRL_REG1	(0x20h)	0F	Read	Write	Default	INT_CFG_REG	(0x30h)	EA	Read	Write	Default
CTRL_REG2	(0x21h)	00	Read	Write	Default	INT_SRC_REG	(0x31h)	6A	Read	Write	Default
CTRL_REG3	(0x22h)	80	Read	Write	Default	INT_THS_P_H_REG	(0x32h)	03	Read	Write	Default
CTRL_REG4	(0x23h)	00	Read	Write	Default	INT_THS_P_L_REG	(0x33h)	00	Read	Write	Default
CTRL_REG5	(0x24h)	40	Read	Write	Default	INT_THS_R_H_REG	(0x34h)	03	Read	Write	Default
REFERENCE_DATA_	(0x25h)	00	Read	Write	Default	INT_THS_R_L_REG	(0x35h)	00	Read	Write	Default
STATUS_REG	(0x27h)	00	Read	Write	Default	INT_THS_Y_H_REG	(0x36h)	03	Read	Write	Default
OUTR_L_REG	(0x28h)	F1	Read	Write	Default	INT_THS_Y_L_REG	(0x37h)	00	Read	Write	Default
OUTP_H_REG	(0x29h)	05	Read	Write	Default	INT_DUR_REG	(0x38h)	10	Read	Write	Default
OUTR_L_REG	(0x2Ah)	40	Read	Write	Default						
OUTR_H_REG	(0x2Bh)	01	Read	Write	Default						
OUTY_L_REG	(0x2Ch)	0C	Read	Write	Default						
OUTY_H_REG	(0x2Dh)	2B	Read	Write	Default						
FIFO_CTRL_REG	(0x2Eh)	20	Read	Write	Default						
FIFO_SRC_REG	(0x2Fh)	20	Read	Write	Default						

Direct Communication
Address: 00 Value: 00 [Read] [Write]
All Registers Management [Read All] [Write All] [Default All]
Note: 'Default All' does not write default value inside registers (just shows it)

EASY CONFIGURATION

MEMS Division Demonstration kit selected = STEVAL-MK1107V1 (L3G4200D) Version = 0.8.0.9 Beta CONFIDENTIAL

UNICO Select COM: COM18

ByPass FIFO Stream Stream to FIFO Byte to Stream

X	Y	Z
88	143	-32
-321	109	-186
-293	86	-253
-243	78	-325
-258	58	-403
-272	25	-480
-277	4	-556
-256	-30	-632
-245	-52	-716
-232	-81	-785
-222	-94	-854
-124	-150	-922
118	-201	-967
315	-244	-965
429	-261	-909
439	-273	-831
421	-266	-746
362	-259	-662
247	-264	-582
127	-278	-479
187	-199	-336
300	-131	-241
302	-83	-143
191	-65	-47
78	-84	38
49	-106	136
137	-109	242
179	-71	362
213	-21	479
203	1	580
175	20	688
95	20	688

MEMS Division Demonstration kit selected = STEVAL-MK1107V1 (L3G4200D) Version = 0.8.0.9 Beta CONFIDENTIAL

UNICO Select COM: COM18

Interrupt THS_P = 6 dps THS_R = 6 dps THS_Y = 6 dps DUR = 160 ms

INT_CFG_REG	(0x30h)	EA	Read	Write	Default	INT_THS_R_H_REG	(0x34h)	03	Read	Write	Default
INT_SRC_REG	(0x31h)	6A	Read	Write	Default	INT_THS_R_L_REG	(0x35h)	00	Read	Write	Default
INT_THS_P_H_REG	(0x32h)	03	Read	Write	Default	INT_THS_Y_H_REG	(0x36h)	03	Read	Write	Default
INT_THS_P_L_REG	(0x33h)	00	Read	Write	Default	INT_THS_Y_L_REG	(0x37h)	00	Read	Write	Default
						INT_DUR_REG	(0x38h)	10	Read	Write	Default

AND_INT [Set] OR_INT [Set]

MEMS Division Demonstration kit selected = STEVAL-MK1107V1 (L3G4200D) Version = 0.8.0.9 Beta CONFIDENTIAL

UNICO Select COM: COM18

MEMS Division Demonstration kit selected = STEVAL-MK1107V1 (L3G4200D) Version = 0.8.0.9 Beta CONFIDENTIAL

STEVAL-MKI062V2 – iNEMO – 10-DOF

STLM75DS2F

Digital temperature sensor
& thermal watchdog

LSM303DLH

6-axis module: accelerometer
and magnetometer

LY330ALH

MEMS Yaw gyroscope

LD3985M18R & LDS3985M33R

Voltage regulators

LPS001DL

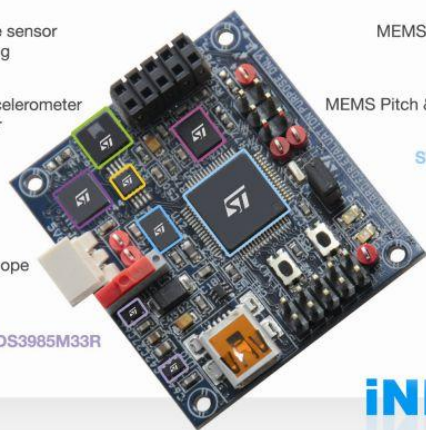
MEMS pressure sensor

LPR430AL

MEMS Pitch & Roll gyroscope

STM32F103RET7

32-bit MCU

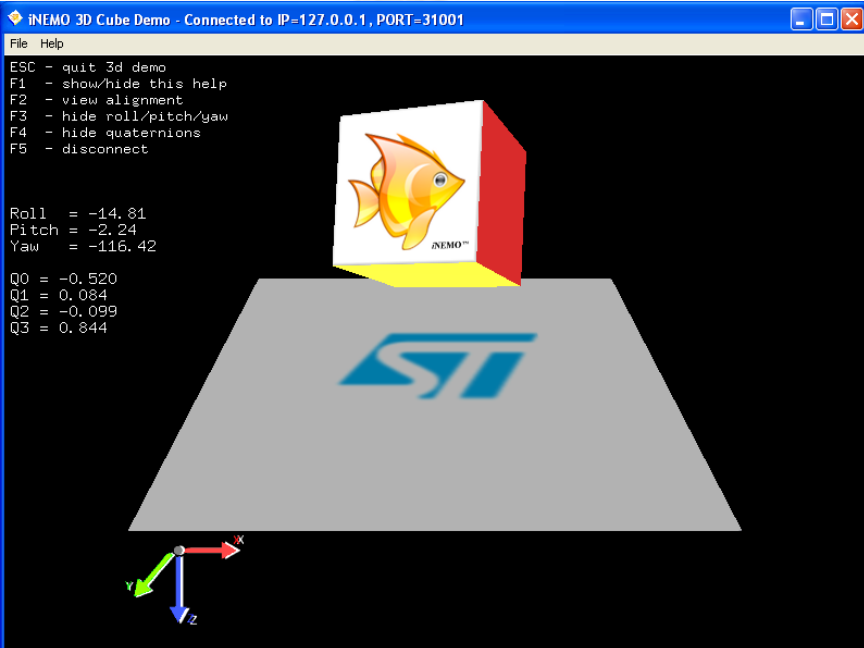
**iNEMO™**

- **10-DegreesOfFreedom platform:**

- 3-Axis Accelerometer
- 3-Axis Gyroscopes
- 3-Axis Magnetometer
- 1 Dimension of pressure information

- STLM75: temperature sensor with -55 to $+125^{\circ}\text{C}$ range and I^2C

- MCU - STM32F103RE



iBMR - Real-Time Body-Motion Reconstruction

- iNEMO-M1 module
- iNEMO multi-sensor nodes attached on each **arm, forearm, thigh, calf**, and two on the **back**; additional nodes can be mounted on hands, on shoes or on the head
- STM32 MCU
- AHRS (Attitude and Heading Reference System) SW
- deviation in spatial accuracy **<0.5°** during movements
- time needed to process and apply the sensor data to the skeleton model **<15ms**



Mobile handset – SW development

94

- LLD Driver Development

- Android/Linux drivers for:

- LIS3DH / LIS331DLH
 - L3G4200D / L3GD20
 - LSM303DLHC
 - LPS331AP

- SW Libraries

- Android/WebOS/Linux/WinCe

- Tilt compensated compass with automatic calibration
 - Sensor Fusion (iNemo engine)
 - Pedometer

- Quadratic compensation & IIR filtering for Pressure Sensors

- Demo Applications

- Compass
 - POI

- ...



Unique address for technical support:
connectivity-support-europe.applications@st.com

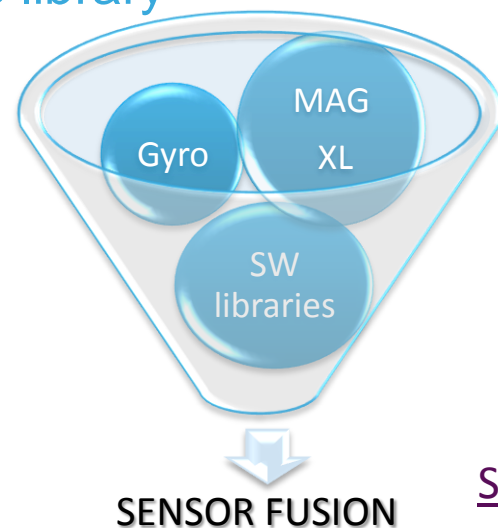
iNEMO Sensor Fusion Engine API

95

- Complete hardware and software solution
 - High-performance Accelerometer, Gyroscope And Compass
 - Sensor fusion iNEMO™ Engine software library

- Application:

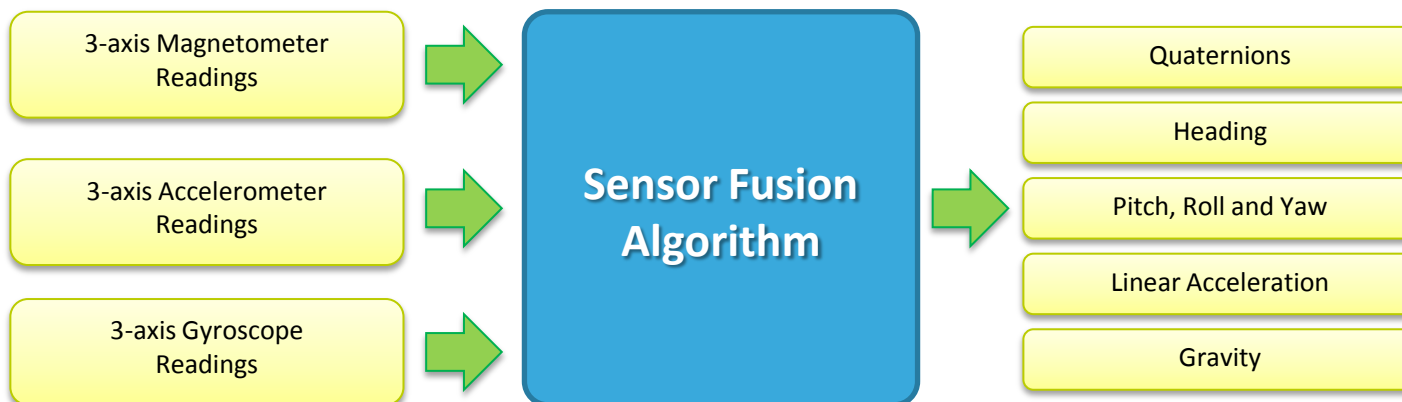
- Localization-Based Services
- Smart gaming
- Enhanced user-interfaces
- Gesture recognition
- Pedestrian navigation



[ST web link](#)

iNEMO Sensor Fusion Engine API

96



- The API compensates the non idealities of standalone sensors
- Available for WIN8, Android and others Operating System
- Filtering includes:
 - Magnetic distortions registered on the magnetometer
 - Dynamic distortion (hand jitter), measured by the accelerometer
 - Inherent drift of the Gyroscope

[ST web link](#)

*Quaternion is a mathematic notation to define orientation and rotation for 3D objects in the space

iNEMO Sensor Fusion Engine API

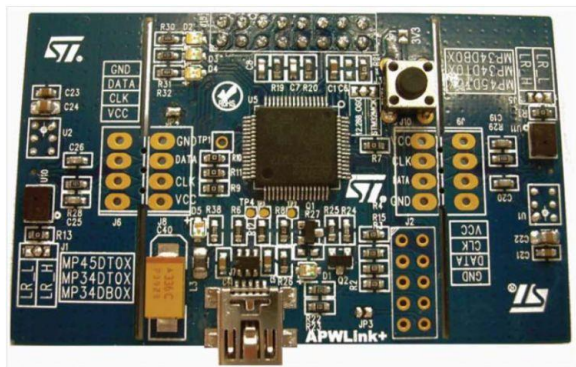
97

- 2 iNEMO Sensor Fusion versions available for ST MEMS devices:
 - <http://www.st.com/internet/evalboard/subclass/1528.jsp>
- LITE – Source files provided:
 - Version developed on, the STEVAL-MKI062V2 and its part numbers
 - STM32F103 MCU core
- PRO – Library is provided:
 - Android Version
 - ARM MCU core
 - Windows 8
 - STM32F103 MCU core
 - Other
 - STM32 MCU core
- Submitted to License agreement - EUC

[ST web link](#)

MEMS Microphone tools

- Board: Microphone USB demo – STM32 based:



- STEVAL-MKI116V1 for MP34DB01
- STEVAL-MKI117V1 for MP34DT01
- STEVAL-MKI117V2 for MP45DT02



STM32F4 discovery kit – MP45

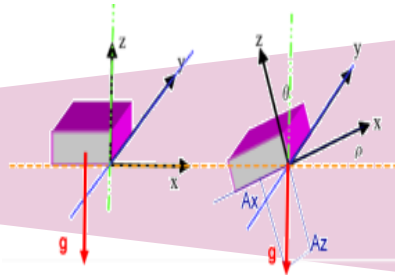
Заключение



МЭМС для массового рынка в 2012

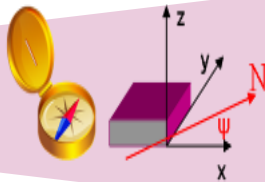
100

- 3-осевой цифровой **Акселерометр**: **LIS331DLH** или **LIS3DH**
- 3-осевой цифровой **Гироскоп**: **L3G4200D** меняется на **L3GD20**
- 6-осевой цифровой **Компас**: **LSM303DLM** меняется на **LSM303DLHC**
- 6-осевой **iNEMO** модуль: **LSM330DLC** и **LSM330D**
- Датчик **Абсолютного Давления**: **LPS331AP**
- Цифровой **Микрофон**: **MP45DT02** или **MP34DT01**



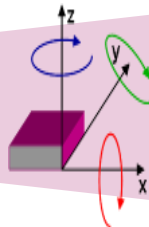
Акселерометр – LIS3DH

- Измерение линейного ускорения (m/c^2), шоковые состояния, вибрации, перемещения
- Низкое потребление, высокая скорость



Магнетометр – LSM303DLHC

- Измерение магнитного поля (Гаусс)
- Маленький размер, низкое потребление



Гироскоп – L3GD20

- Измерение угловой скорости ($^{\circ}/c$)
- Моноструктура, высокая стабильность, компактность



Датчик давления – LPS331AP

- Измерение абсолютного атмосферного давления (мБар), высоты, свободного падения
- Высокая скорость, высокая скорость

Больше информации:

107

- Web site

www.st.com/mems

- gildas.henriet@st.com

- Product Marketing Manager Europe & MEA
- Tel: +33 1 5807 7563
- Mob: +33 6 8286 8066

STMicroelectronics

HOME ABOUT ST CONTACTS PRESS LOGIN

Home » Analog, MEMS, Power » Sensors & MEMS » MEMS

MEMS

Accelerometers
Digital Compasses
Gyroscopes
MEMS pressure sensors
iNEMO-Inertial Modules
MEMS microphones

Overview

Based on our advanced proprietary technologies, ST's MEMS address the most innovative features required on the market, ranging from mobile and consumer applications to the innovative needs of the healthcare and automotive markets.

Housed in ultra-compact packages, MEMS achieve a high level of motion-control detection, embedding the most useful smart functions and minimizing the power consumption.



Related Info

[iNEMO Engine sensor fusion suite](#)
Advanced filtering and predictive software for MEMS sensors

[L3GD20 digital gyroscope](#)
From ± 250 to ± 2000 dps FS, outstanding immunity to audio noise

[LIS3DH 3-axis accelerometer with embedded FIFO](#)
FIFO enables smarter sensing-data management

[MP34DT01 top-port microphone](#)
Best-in-class audio quality in slim form

Иновации в ваш бизнес уже сегодня!



Спасибо!