

Программно-аппаратные платформы Интернета вещей и встраиваемые системы

Лекция 12

ДАТЧИКИ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

«Лаборатория интернета вещей»

Что у нас есть в 234 аудитории?

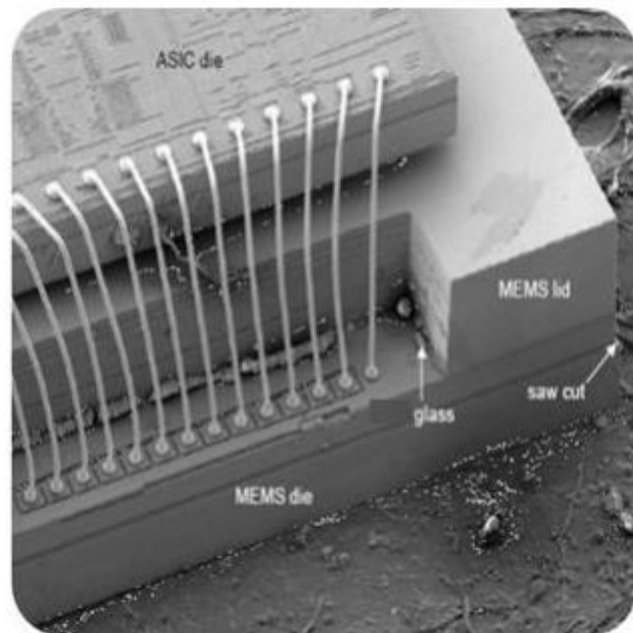
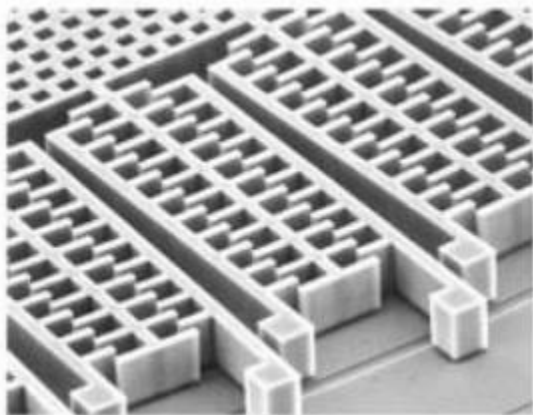
- Акселерометр+гироскоп
- Датчик освещенности
- Датчик температуры-влажности-давления
- Датчики концентрации газов
- GPS-приемник
- ...и так далее

MEMS-ДАТЧИКИ

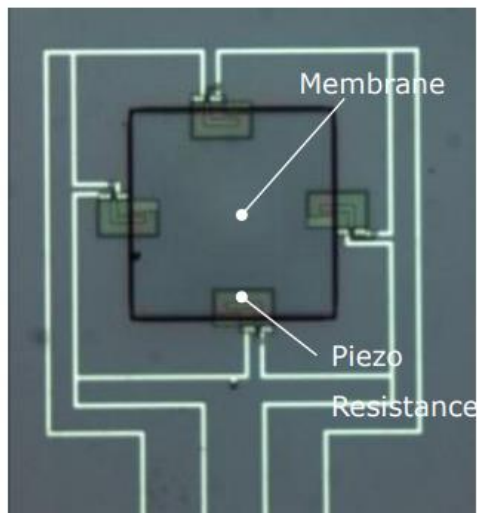
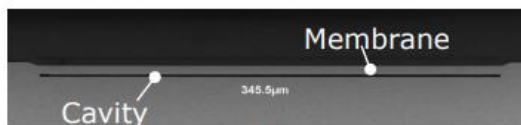
Микроэлектромеханические системы

- Акселерометры, гироскопы, магнетометры, датчики давления, микрофоны
- Изготавливаются по технологиям полупроводникового производства
- В одном корпусе содержится как чувствительный элемент, так и интегральная схема

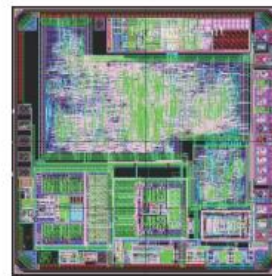
MEMS-датчики



MEMS-датчик давления

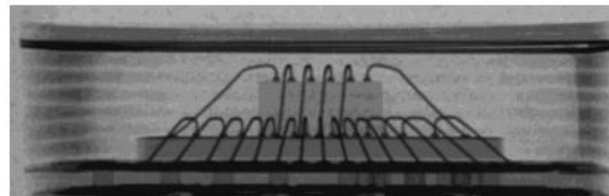


+



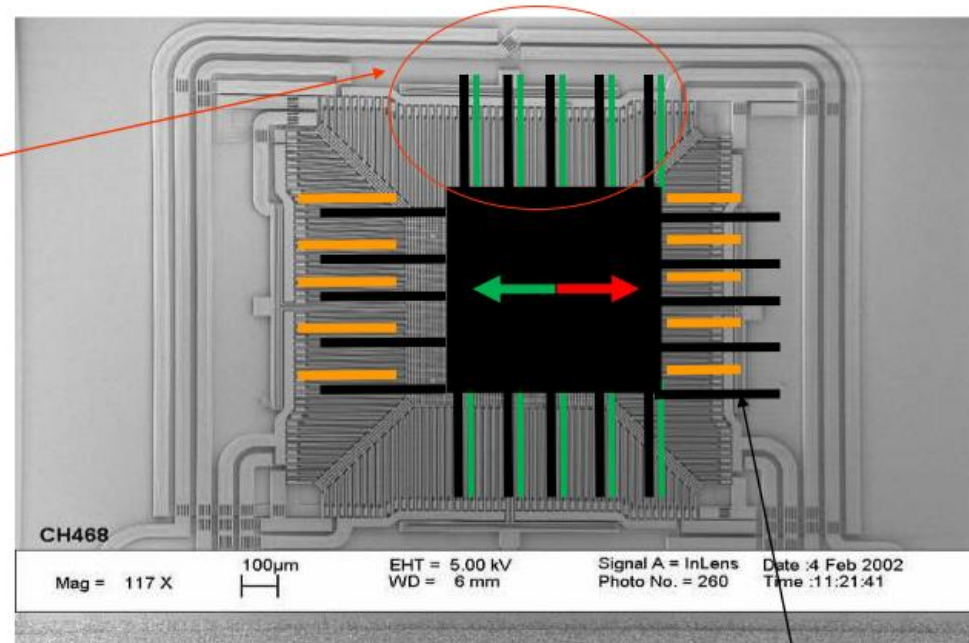
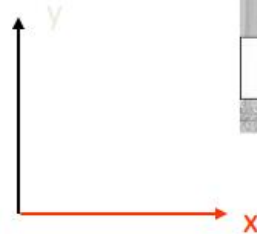
ASIC с
I2C/SPI
интерфейсом

=



MEMS-акселерометр

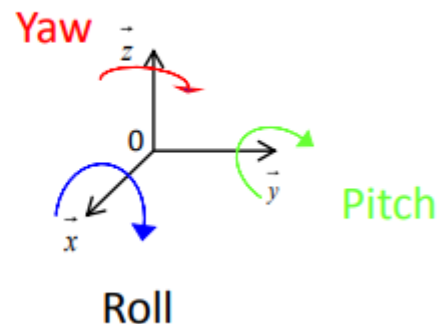
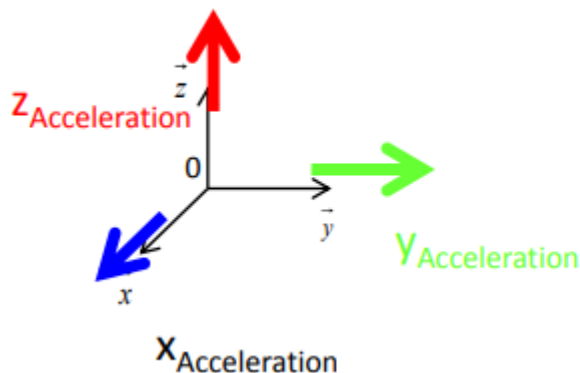
Цифровой блок
для измерения
линейного
ускорения по
оси X
плавающей
структуры



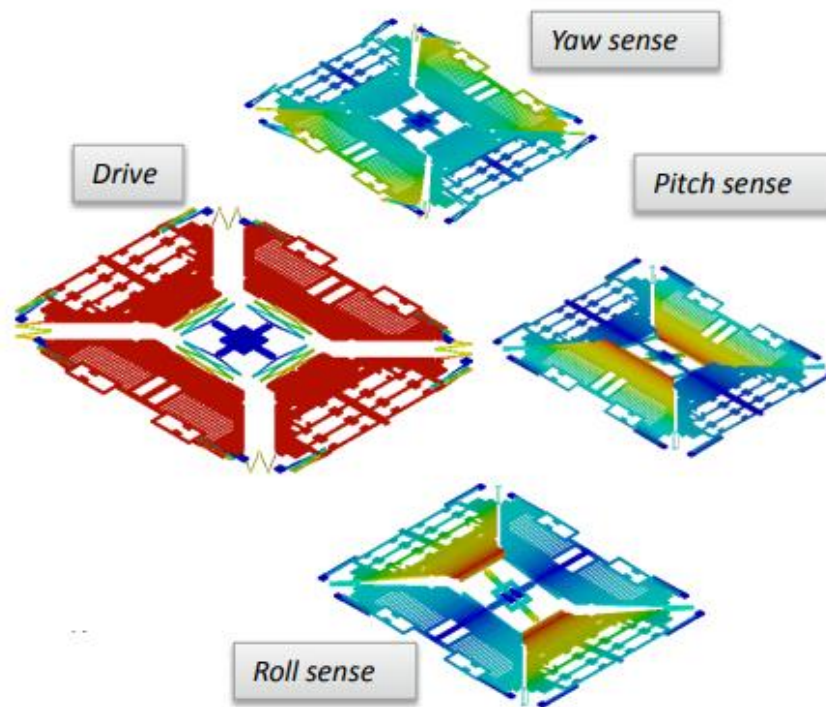
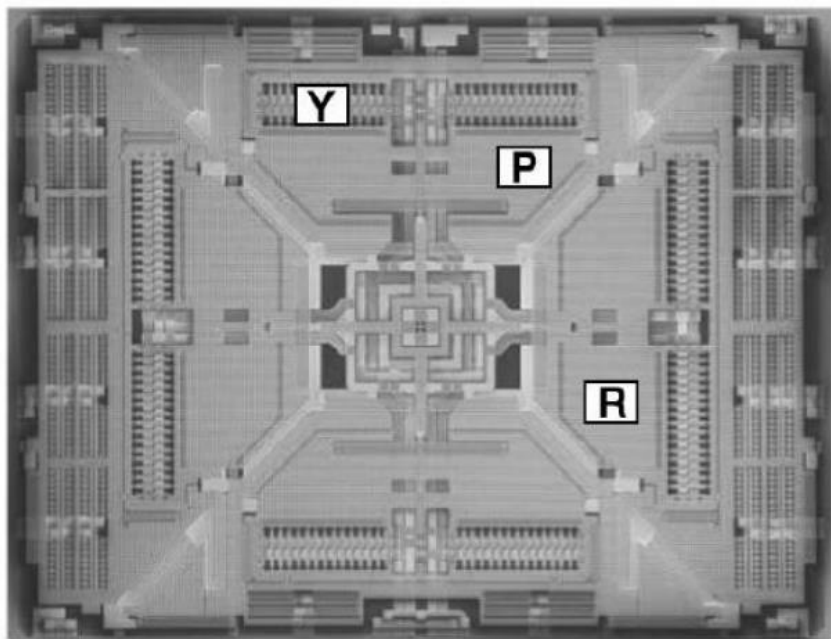
Цифровой блок для измерения линейного ускорения
по оси Y плавающей структуры

MEMS-гироскоп

- Акселерометр измеряет линейное ускорение
- Гироскоп измеряет угловое перемещение (pitch, roll, yaw – тангаж, крен, рыскание)



MEMS-гироскоп



MEMS-датчики: физика

- Акселерометры – измеряется емкость при смещении подвижной части
- Гироскопы – подвижная часть колеблется вдоль оси, из-за силы Кориолиса при вращении меняется емкость
- Микрофоны, датчики давления – емкость или пьезоэффект
- Магнетометры – сила Лоренца, действующая на проводник в магнитном поле

НЕМНОГО ПРО ПОГРЕШНОСТИ

Погрешности датчиков

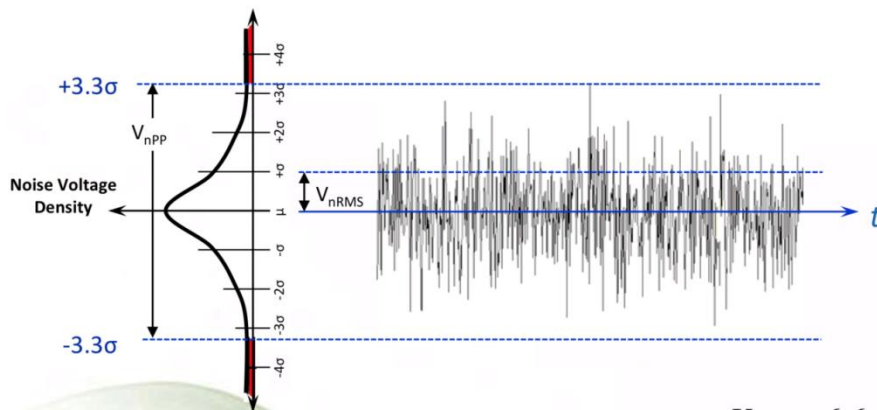
- LSB – least significant bit, значение одного бита выходного сигнала
- Число эффективных бит меньше, чем разрядность АЦП
- Электронный (тепловой и дробовой) шум
- Механический шум (зависит от собственной частоты колебаний подвижной части)

Шум во временной области

- Усредняем сигналы от неподвижного датчика

$$x_{RMS} = \sigma_X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

- Амплитуда шума зависит от его вида; для белого шума V_{pp} примерно в 6,6 раза превосходит V_{rms}



Шум в частотной области

- Основной параметр – спектральная плотность шума

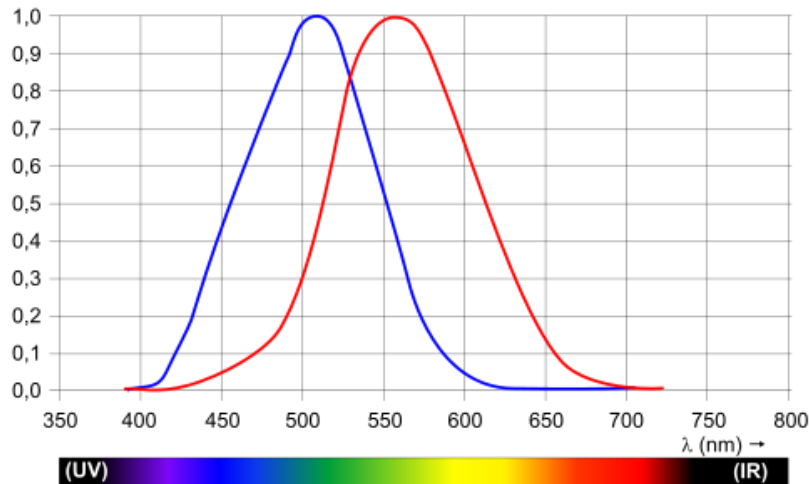
$$NoiseRMS = \sqrt{NoiseDensity \times Bandwidth}$$

- Чем меньше полоса пропускания, тем меньше уровень шума
- В большинстве датчиков полоса пропускания и ODR (output data rate) могут меняться в широких пределах
- Чем меньше полоса пропускания, тем меньше шум... и тем больше задержка выходного сигнала

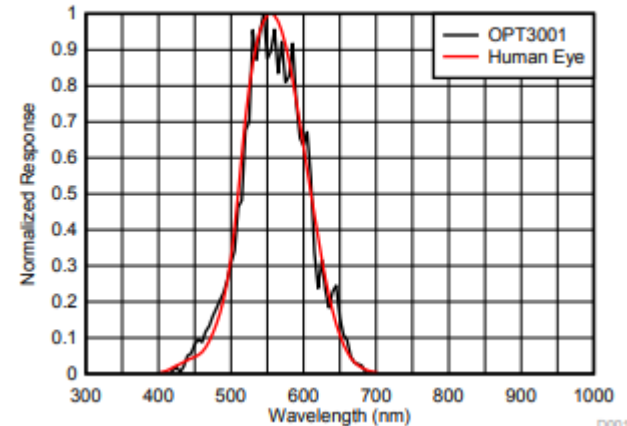
ДАТЧИКИ ОСВЕЩЕННОСТИ

ОРТ3001

- ОРТ3001 – не просто фоторезистор с АЦП
- Освещенность зависит от спектральной световой эффективности



Spectral Response: The OPT3001 and Human Eye



Датчики освещенности

- И все равно все не так просто
- Динамический диапазон источников света – от 10^{-5} люкс (свет звезд) до 10^5 люкс (под прямым солнцем); около 100 дБ
- Динамический диапазон человеческого глаза – около 14 дБ (без учета реакции зрачка на свет)
- Сложно найти датчик, который отличал бы полную темноту от безлунной ночи

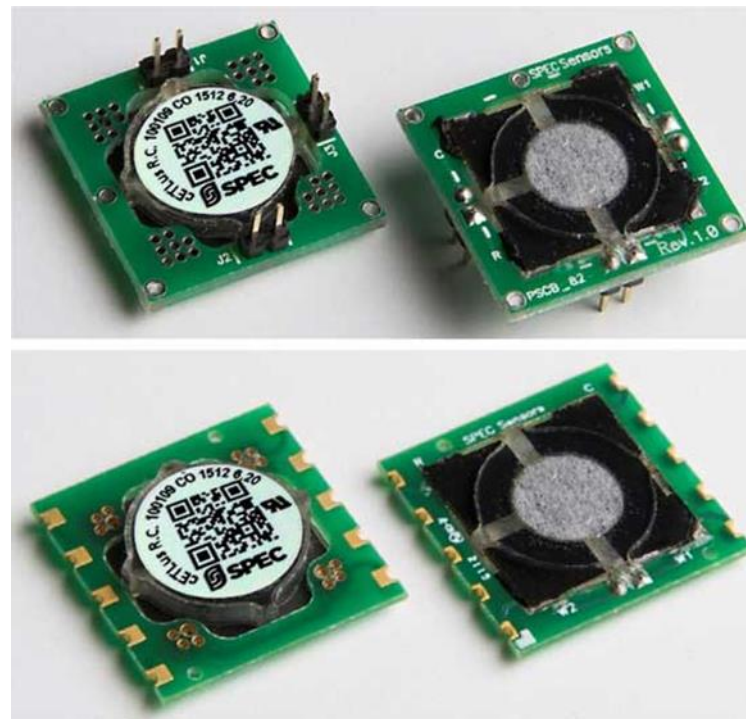
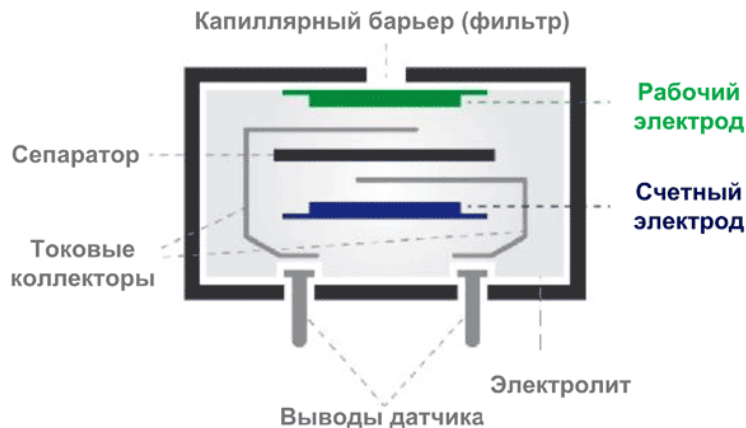
ДАТЧИКИ КОНЦЕНТРАЦИИ ГАЗОВ

Датчики концентрации газов

- Электрохимические
 - Electrodes and electrolyte solution are separated from the measured medium by a membrane
- Термокаталитические
 - A thermoresistor (platinum spiral) is coated with a catalyst, which releases heat during gas oxidation to heat the spiral
- Полупроводниковые
 - A layer of tin oxide, doped with elements with catalytic properties, changes its conductivity
- Оптические
 - Absorption of gas at specific wavelengths

Электрохимические датчики

- Минимальное энергопотребление
- Хорошая селективность
- Сложность конструкции
- Долгий (часы) выход в рабочий режим
- Зависимость от температуры



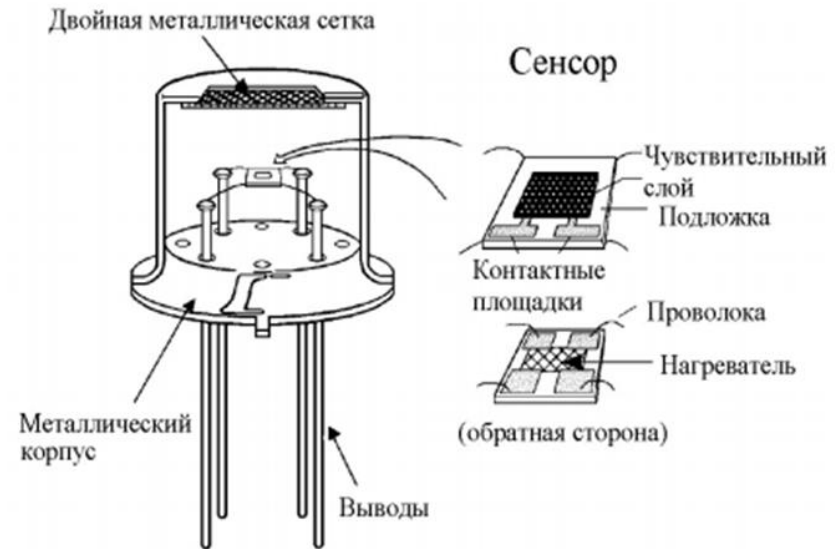
Термокаталитические датчики

- Малое время отклика
- Высокое энергопотребление
- Только для горючих газов, обязательно присутствие кислорода
- Высокая кросс-чувствительность
- Низкий срок службы, возможность отравления катализатора



Полупроводниковые датчики

- Низкое быстродействие
- Высокое энергопотребление
- Небольшая стоимость
- Не работает с газовыми смесями, высокая кросс-чувствительность



Оптические датчики (NDIR)

- Низкое быстродействие
- Низкое энергопотребление
- Кросс-чувствительность — смотрите сами:

