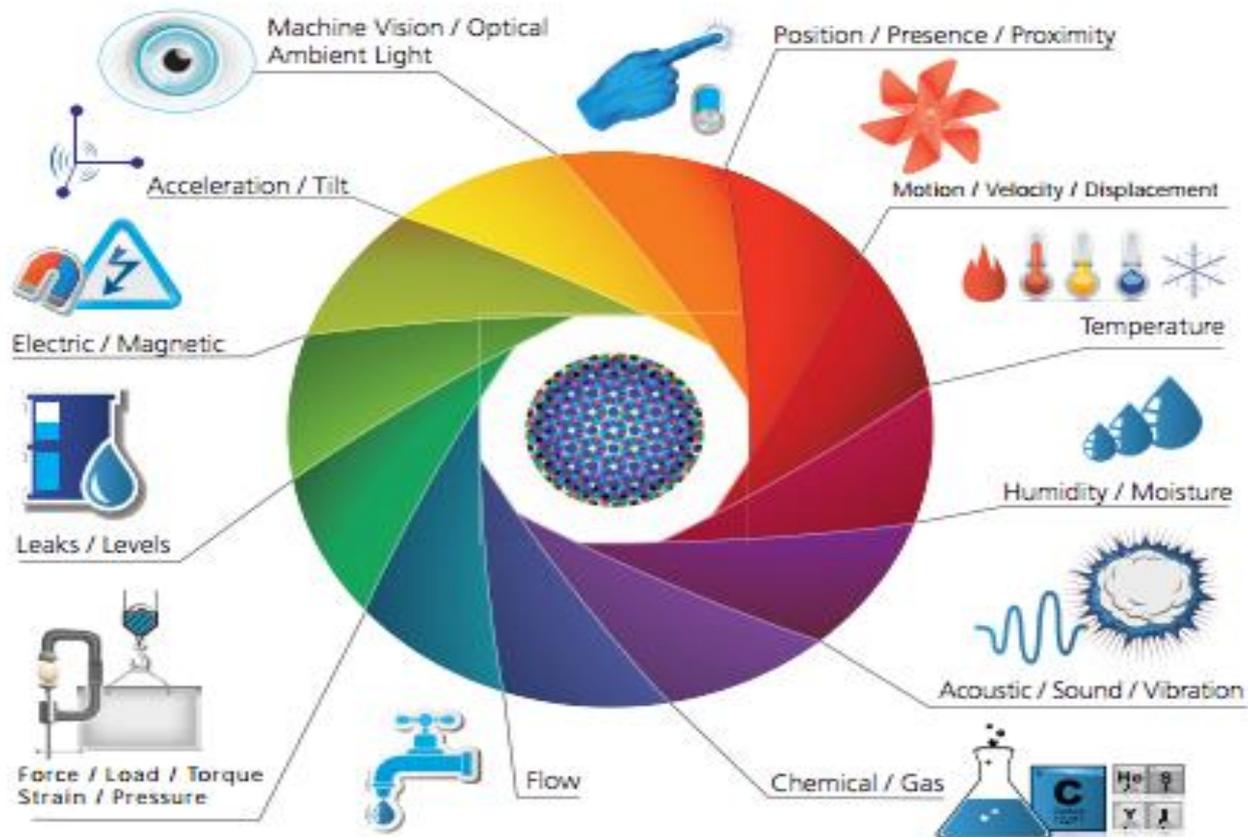


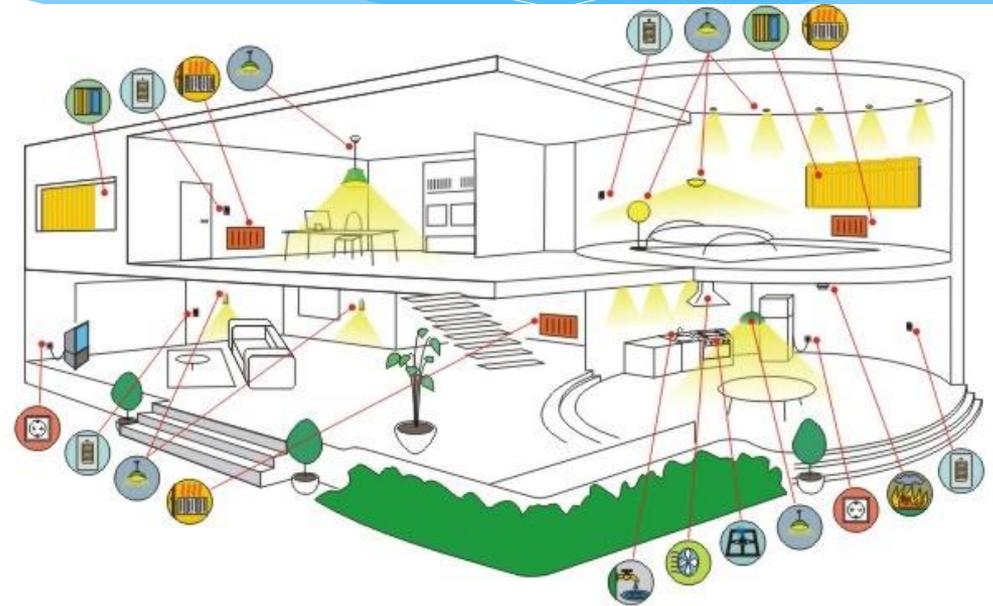
«Интернет вещей»

7 SENSORS & ACTUATORS

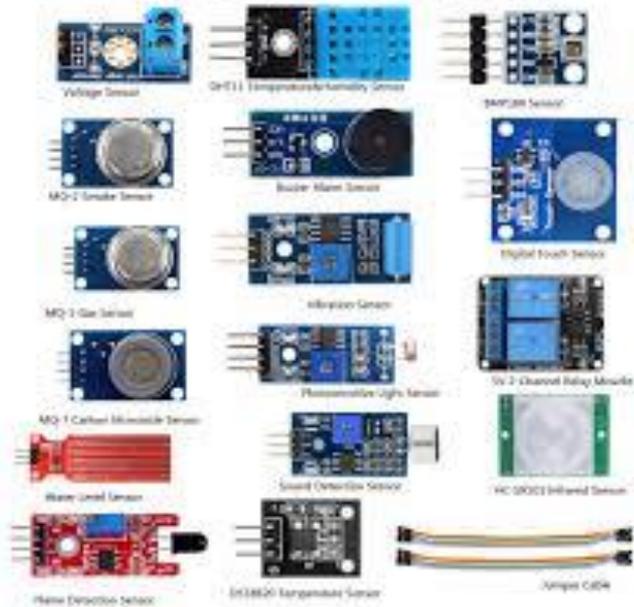
We are giving our world a **digital nervous system**. Location data using GPS sensors. Eyes and ears using cameras and microphones, along with sensory organs that can measure everything from temperature to pressure changes.



«Интернет вещей»



Smart Home IOT Sensor Kit



Сенсоры

Все сенсоры (датчики) делятся на два основных класса:

Пассивные, которые не нуждаются во внешнем источнике электроэнергии, и в ответ на входное воздействие генерируют электрический сигнал. Примерами таких датчиков являются термопары, фотодиоды и пьезоэлектрические чувствительные элементы.

Активные, которые требуют для своей работы внешний сигнал, называемой сигналом возбуждения. Поскольку, такие датчики меняют свои характеристики в ответ на изменение внешних сигналов, их называют параметрическими. Примерами активных датчиков являются терморезисторы, сопротивление которых можно вычислить путем пропускания через них электрического тока.

Сенсоры

При разработке радиоэлектронного оборудования важным фактором характеристик датчика также является характер выходного сигнала.

Аналоговые датчики на выходе имеют непрерывный выходной сигнал, для снятия которого необходимо использовать аналого-цифровой преобразователь, после чего необходимо произвести преобразования значения АЦП в формат измеряемой величины.

Цифровые датчики, информация с которых снимается с помощью различных цифровых интерфейсов. Как правило, информация доступна непосредственно в формате измеряемой величины и не требует проведения дополнительных преобразований.

Дискретные датчики, имеющие только два варианта сигнала на выходе канала датчика — лог 0. и лог 1. Примером такого датчика является конечный выключатель, имеющий состояния замкнут и разомкнут. Дискретный датчик может иметь несколько выходных каналов, каждый из которых находится в одном из двух состояний. Например, 12-разрядный абсолютный датчик положения.

Импульсные датчики, формирующие импульсы выходного сигнала, амплитуда или длительность которых зависит от измеряемой величины. Например, инкрементальный датчик положения формирует на выходе код Грея. При этом, чем выше частота вращения вала датчика, тем большая частота сигнала будет на выходе, что позволит с высокой точностью определить частоту вращения вала.

7-УРОВНЕВАЯ РЕФЕРЕНСНАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ (IOT) (INTERNET OF THINGS WORLD FORUM, ЧИКАГО, 2014)

IoT World Forum IoT Reference Model



Key Points

- IT-OT
- Decoupling
Scalability
Agility
- Interoperability
- Legacy Compatibility
- Analytics
- Integrated with the Enterprise

Типы сенсоров и приложений

Тип сенсора	Пример
Температура	Температура работающего двигателя
Движение/вибрация	Охранные датчики движения
Влажность	Изготовление увлажнителей воздуха
Активация	Включение/выключение освещения. Открытие/закрытие двери
Водяной поток	Эффективность работы жидкостного насоса
Давление	Уровень накачки шин
Химический	Датчик угарного газа
Скорость/ускорение	Срабатывание подушки безопасности
Пропускная способность	Скорость заводской производственной линии
Положение	RFID чип на товарах

Данные с сенсоров имеют небольшую ценность, если они не собираются и не передаются в место, где просматриваются и анализируются. Для этой цели и предназначены платы Intel Galileo, Intel Edison и сайт IoT Analytics. Эти платы для разработки могут быть подключены (через Arduino-адаптер или через Bluetooth) к различным входным сигналам, число которых ограничено только количеством физических портов. Несколько плат могут быть соединены вместе для объединения данных с распределенной сети датчиков.

Данные сенсоров

Все данные сенсоров состоят из набора измерений, полученных в определенный момент времени. Эти временные ряды имеют некоторые свойства, которые делают анализ этих данных уникальным по сравнению с другими типами анализа, такими как финансовый или маркетинговый:

Одинаковый интервал сбора. Значения собираются в определённые, регулярные промежутки времени, такие как секунды, минуты, дни.

Последовательность значений (измерений). Значения собираются последовательным способом, одно за другим, число измерений в определённом наборе временных рядов определяет «размерность» потока данных.

Верность (точность). Данные сенсора выдаются с определённой точностью (так называемая инструментальная ошибка). Обратите внимание, что точность анализируемых значений не может превышать точность исходного измерения, например, если измеренное значение составляет 0,35, то анализируемые значения не могут иметь более двух знаков после запятой.

Диапазон (амплитуда). Значения датчиков будут находиться в ожидаемом диапазоне, который определяется ограничениями самого физического сенсора (например, для температурного датчика значение может быть от -30 до 50 градусов).

Датчики температуры

Термопары

Генераторные датчики температуры, представляющие собой два проводника различных материалов, спаянные с одного конца друг с другом.

Главное преимущество термопар — их широкий диапазон температур. Ограниченный, по сути, абсолютным нулем и температурой плавления металлов — т. е. способен измерять там. Где другие датчики просто бессильны — от -270 до $+1800$ градусов цельсия и выше. Термопары бывают разные и в зависимости от типа используемых материалов имеют различный диапазон рабочих температур.



Датчики температуры

В ГОСТ Р 8.585-2001 перечисляются следующие типы термопар с их составом, буквенным обозначением и рабочим диапазоном (в скобках указан коэффициент термоЭДС для 25 градусов):

платинородий-платиновые — ТПП13 — Тип R, диапазон -50 +1600 С (9мкВ/С).

платинородий-платиновые — ТПП10 — Тип S, диапазон -50 +1600 С (6мкВ/С).

платинородий-платинородиевые — ТПР — Тип B, диапазон 0 +1800 С

железо-константановые (железо-медьникелевые) ТЖК — Тип J, диапазон -210 +1200 С (52мкВ/С)

медь-константановые (медь-медьникелевые) ТМКн — Тип T, диапазон -270 +400 С (41мкВ/С)

нихросил-нисилловые (никельхромникель-никелькремниевые) ТНН — Тип N, диапазон +270 +1300 С (27мкВ/С)

хромель-алюмелевые — ТХА — Тип K, диапазон -270 +1372 С (41мкВ/С).

хромель-константановые ТХКн — Тип E, диапазон -270 +1000 С (61мкВ/С).

хромель-копелевые — ТХК — Тип L, диапазон -200 +800 С

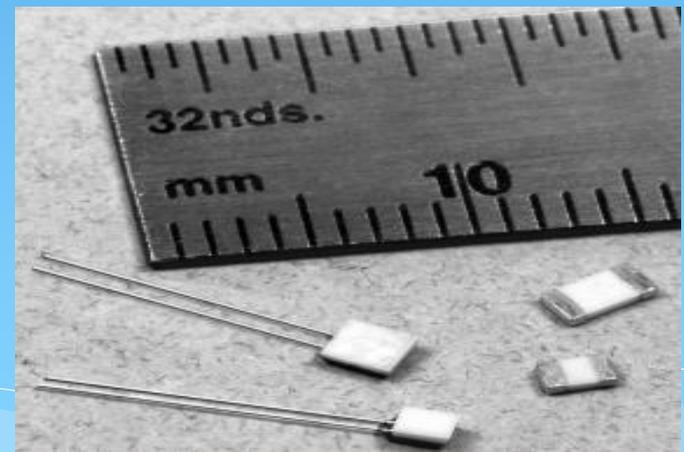
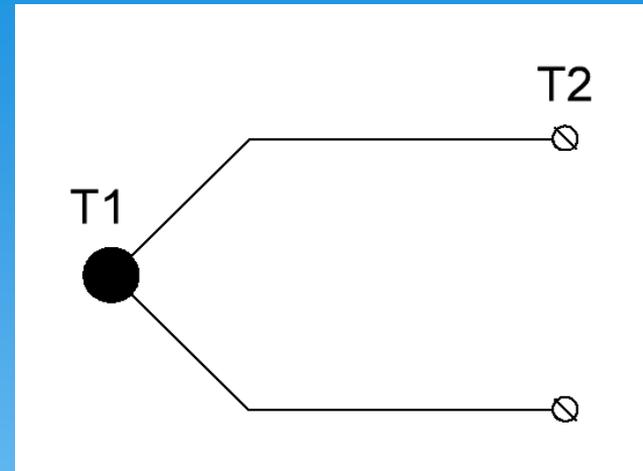
медь-копелевые — ТМК — Тип M, диапазон -200 +100 С

силх-силиновые — ТСС — Тип I (не представлена в ГОСТ, есть в википедии)

вольфрам и рений — вольфрамрениевые — ТВР — Тип A-1, A-2, A-3, диапазон 0 +1800, (+2500 для A-1) С.

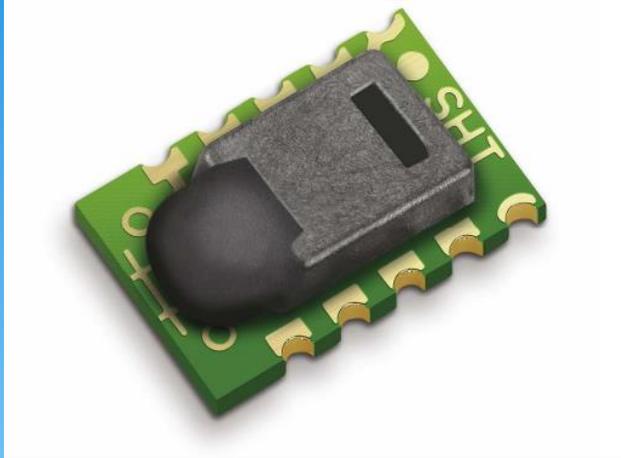
Датчики температуры

Сами по себе являются высокоточными датчиками (точность вплоть до $\pm 0,01$ градусов), но такую точность весьма непросто получить. В основе работы датчиков термоэлектрический эффект, открытый в 1821 году немецким физиком Томасом Зеебеком. Его суть заключается в том, что если спаи двух разнородных материалов, образующих замкнутую электрическую цепь имеют разную температуру T_1 и T_2 , то в цепи появляется электрический ток, направление которого зависит от знака разности температур.

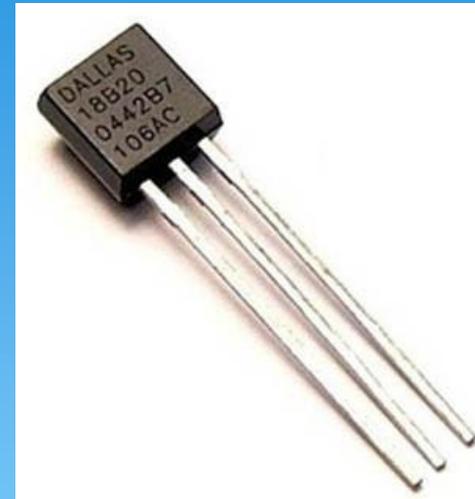


Датчики температуры

Комбинированный датчик
температуры и влажности
SHT10



Цифровой датчик DS18B20



МОНИТОРИНГ ТЕМПЕРАТУРЫ – ДЛИННЫЕ ДИСТАНЦИИ И ОБШИРНЫЕ ТЕРРИТОРИИ

Обычные техники полагаются на использование многочисленных камер наблюдения, термопар или других распределенных температурных датчиков. Эти техники довольно неудобны, сложны в установке и поддержке. Инновационное решение от Yokogawa имеет пространственное разрешение в 1 м, и с такой точностью оно может измерять температуру вдоль оптического волокна длиной до 50 км. Возможные приложения включают:

- Мониторинг температуры в нефтяных и газовых скважинах
- Обнаружение утечек высоко- или низкотемпературных жидкостей и газов из трубопроводов или резервуаров
- Обнаружение ненормального повышения температуры на конвейерах, применяемых в угольной или древесной промышленности
- Мониторинг температуры проводников в линиях электропередачи



ИЗМЕРЕНИЕ УРОВНЯ – ТВЕРДЫЕ ВЕЩЕСТВА И ПОРОШКИ

Сканеры 5708 обеспечивают непрерывное измерение объемов, практически для любых веществ, включая такие сложные, как летучая зола и низкодиэлектрические среды, представляющие из себя реальную проблему для других технологий. Эти сканеры создают трехмерные карты поверхности, которая обычно является неровной в случае с твердыми веществами, определяют верхний и нижний уровень, общий объем.



Акселерометры

Акселерометр представляет собой чувствительную массу, закреплённую в упругом подвесе. Отклонение массы от её первоначального положения при наличии кажущегося ускорения несёт информацию о величине этого ускорения.

По конструктивному исполнению акселерометры подразделяются на однокомпонентные, двухкомпонентные, трёхкомпонентные.

Соответственно, они позволяют измерять ускорение вдоль одной, двух и трёх осей.

Некоторые акселерометры также имеют встроенные системы сбора и обработки данных. Это позволяет создавать завершённые системы для измерения ускорения и вибрации со всеми необходимыми элементами.

Акселерометры

Акселерометр может применяться как для измерения проекций абсолютного линейного ускорения, так и для косвенных измерений проекции гравитационного ускорения. Первое свойство используется для создания инерциальных навигационных систем, где полученные с помощью акселерометров измерения интегрируют, получая инерциальную скорость и координаты носителя. Таким образом, акселерометры, наравне с гироскопами, являются неотъемлемыми компонентами систем навигации и управления самолётов, ракет и других летательных аппаратов, кораблей и подводных лодок.

Второе свойство позволяет использовать акселерометры для измерения уклонов, то есть в качестве **инклинометров**.

Акселерометр в промышленной вибродиагностике является вибропреобразователем, измеряющим виброускорение в системах неразрушающего контроля и защиты.

Акселерометры используют в системах управления жестких дисков компьютеров для активации механизма защиты от повреждений (которые могут быть получены в результате ударов и падений): реагируя на внезапное изменение ускорения, система отдаёт команду на парковку головок жесткого диска, что позволяет предотвратить повреждение диска и потерю данных. Такая технология защиты используется в основном в ноутбуках, нетбуках и на внешних накопителях.

Акселерометры, встроенные в автомобильные видеорегистраторы, различают тревожные события, такие как резкое торможение, ускорение, столкновение, резкие повороты и вращение. Эти события записываются видеорегистраторами в отдельный файл, помечаются специальным маркером и защищаются от случайного стирания и перезаписи.

Акселерометры



life.augmented

LIS3DHTR

3-осевой цифровой акселерометр

**Сочетание
сверхмалого потребления
и повышенной точности**



Диапазон измерения, g	±2/4/8/16
Рабочие оси	X, Y, Z
Плотность шума, мкг/Гц	220
Частота выдачи выходных данных, Гц	1, 10, 25, 50, 100, 200, 400, 1250, 1600, 5000
Напряжения питания, В	1,7...3,6
Температурный диапазон, °C	-40...85
Выходной интерфейс	I ² C/SPI
Габариты, мм	3x3x1

Поддержка разработчиков:

E-mail: st@compel.ru

www.compel.ru/projects-support

 **Компэл**
www.compel.ru

Акселерометры

Наименование	Тип корпуса	Габаритные размеры, мм	Шкала измерений, g	Шум, мкг/√Гц	Преимущества
LIS2DH12	LGA12	2x2x1	±2; ±4; ±8; ±16	220	12-битный, FIFO-буфер
LIS2HH12	LGA12	2x2x1	±2; ±4; ±8	140	16-битный, работоспособен при высоких температурах
LIS2DS12	LGA12	2x2x0,8	±2; ±4; ±8; ±16	100	14-битный, встроенные интеллектуальные возможности
LIS2DE12	LGA12	2x2x1	±2; ±4; ±8; ±16	220	8-битный
LIS3DH	LGA16	3x3x1	±2; ±4; ±8; ±16	220	12-битные
LIS331HH	LGA16	3x3x1	±6; ±12; ±24	650	12-битный, расширенная до ±24 g шкала
LIS344ALH	LGA16	4x4x1,5	±2; ±6	50	Низкий уровень шума, аналоговый выход
AIS328DQ	QFN24	4x4x1,8	±2; ±4; ±8	218	Сертификат AEC-Q100, диапазон рабочих температур -40...105°C
AIS3624DQ	QFN24	4x4x1,8	±6; ±12; ±24	600	Сертификат AEC-Q100, диапазон рабочих температур -40...105°C, работоспособность в экстренных ситуациях
AIS1120SX/ AIS2120SX	SO8	-	±120	-	Сертификат AEC-Q100, диапазон рабочих температур -40...105°C, применим в подушках безопасности
AIS1200PS	SO16	-	±200	-	Сертификат AEC-Q100, диапазон рабочих температур -40...125°C, применим в подушках безопасности
IIS328DQ	QFN24	4x4x1,8	±2; ±4; ±8	218	10-летний срок службы, заводская калибровка, диапазон рабочих температур -40...105°C
IIS2DH	LGA12	2x2x1	±2; ±4; ±8; ±16	220	10-летний срок службы, заводская калибровка

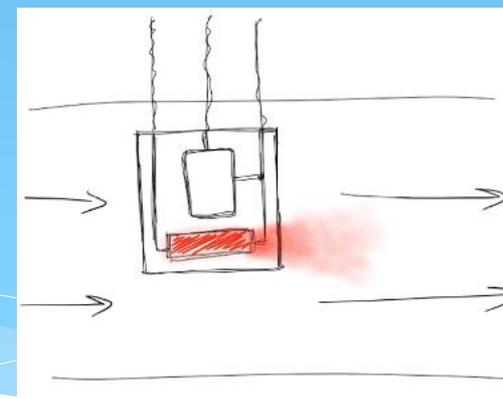
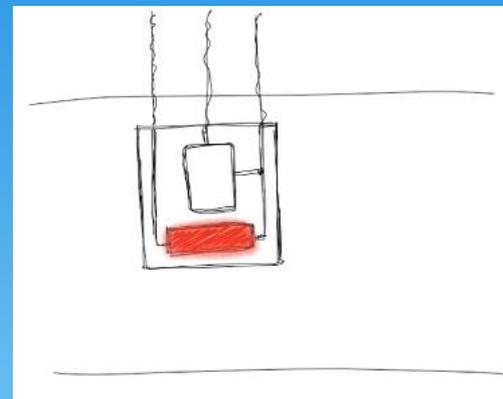
Датчик скорости потока газа

Принцип работы термоанемометрического датчика:

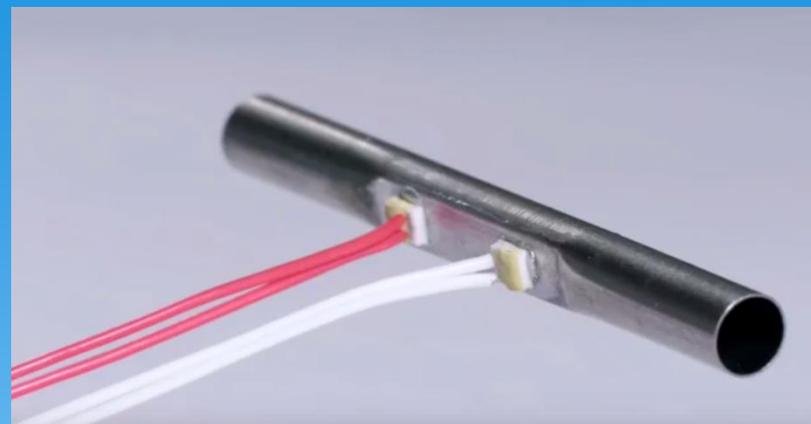
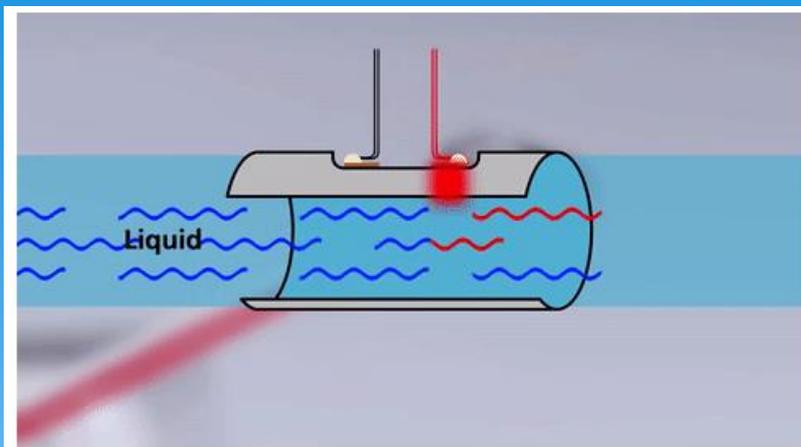
В отсутствии потока температура нагревателя остается неизменной,

При наличии потока нагреватель начинает отдавать своё тепло окружающей среде.

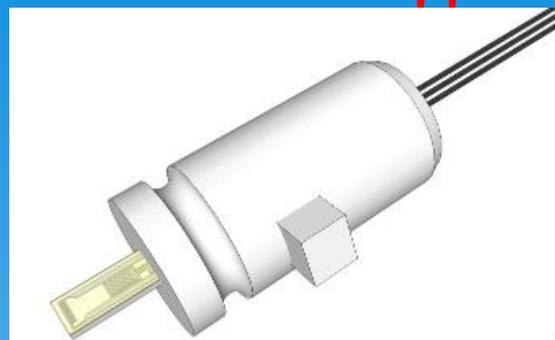
Количество тепла, которое отдается потоку нагретым элементом, зависит от теплофизических характеристик среды, от параметров трубы и от скорости потока. Для приложений, где характеристики среды и размеры трубы известны, теплоотдача нагревателя может использоваться для расчета скорости потока



Датчик скорости потока жидкости

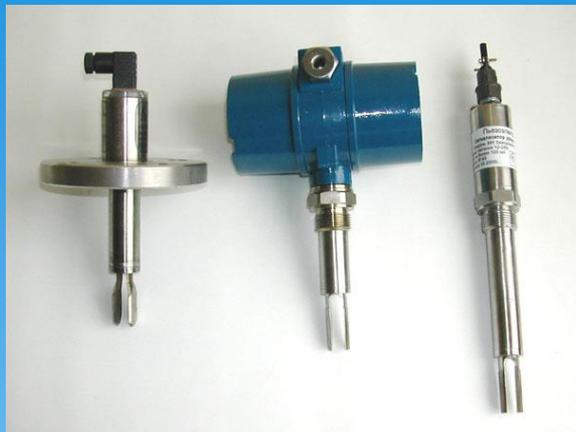


Датчик скорости потока жидкости

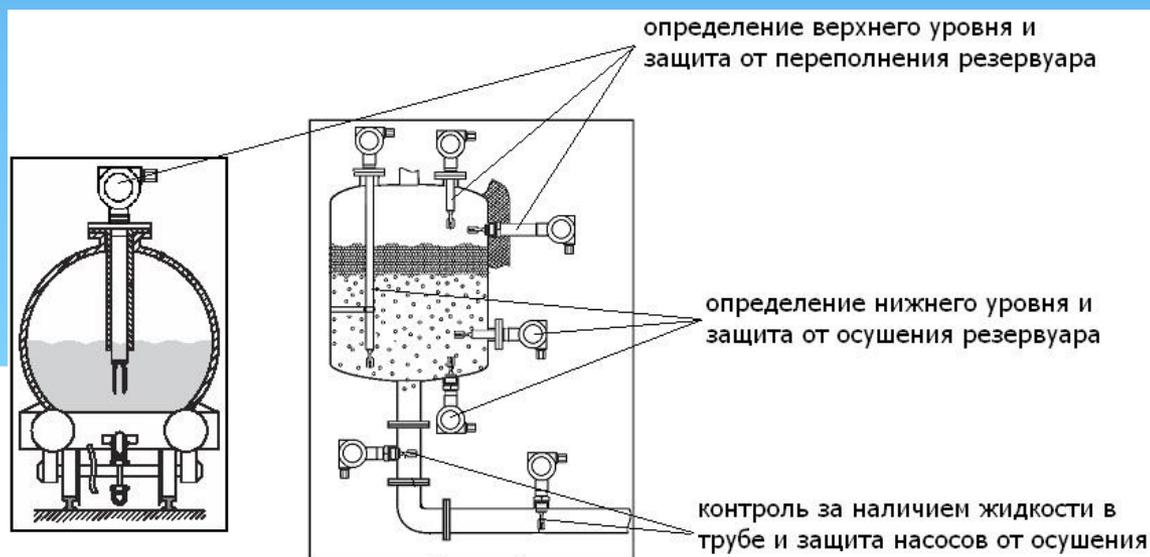


	FS7.0.1L.195	FS7.0.4W.015	FS7.A.1L.195
Диапазон измерений	0...100 м/с		
Разрешение	0,01 м/с		
Время отклика	~200 мс		
Диапазон рабочих температур	-20... +150 °С	-20... +400 °С	-20... +150 °С
Размеры элемента	6.9 x 2.4 мм		
Выводы	изолированные длиной 195 мм	не изолированные длиной 15 мм	изолированные длиной 195 мм
Размеры корпуса	-		Ø 6 мм, длина 14 мм
Розничная цена *	21,29 EUR		25,44 EUR

Вибрационные сигнализаторы уровня жидкости и сыпучих материалов



для регулирования уровня жидкости в резервуарах,
для защиты насосов от осушения трубы,
для определения уровня смеси нефть-вода в
установках сепарации сырой нефти,
для защиты от перелива нефтепродуктов в системах
налива в железнодорожные и автоцистерны
для контроля верхнего и нижнего уровня сыпучих сред
с емкостях и силосах



Термопреобразователи с унифицированным ВЫХОДНЫМ СИГНАЛОМ



Датчики температуры (термопреобразователи) предназначены для измерения температуры газообразных, жидких, сыпучих веществ, не разрушающих материал защитной арматуры.

Диапазон измеряемых температур термопреобразователей • TCM • TСП • ТХА • ТХК	от – 50 до 150 °С от – 200 до 500 °С от – 40 до 1000 °С от – 40 до 600 °С
Длина погружной части:	от 50 до 2500 мм
Выходной сигнал	0-5; 4-20 мА 0,4-2В RS485; USART
номинальная статическая характеристика термопреобразователей	100М, 100П, 50М, 50П, 1000Pt
длина погружной части выбирается из ряда, мм	50; 80; 100; 120; 160; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800; 1000; 1500; 2500
основная погрешность преобразования	0,15; 0,25 или 0,5%
питание от источника постоянного тока напряжением, В	3.2-5; 9-24
степень защиты датчика от пыли и воды	IP 54 по ГОСТ 14254-80
дополнительная температурная погрешность	не превышает половины от основной на каждые 10°С изменения температуры окружающей среды
Исполнение • общепромышленное • взрывобезопасное	TCM/TСП/ТХА/ТХК-1088 TCM/TСП/ТХА/ТХК-1087
маркировка по взрывозащите	0ExialICT X; 1ExdIICT X

Датчики освещенности

Датчик освещенности (освещения) или сумеречный выключатель – это устройство автоматического управления источниками света, в зависимости от уровня освещенности окружающего пространства



Схема работы конструкции датчика освещенности проста - при изменении параметров фотоэлемента срабатывает пороговое устройство – компаратор, который подает сигнал на выходное устройство и оно включает освещение.

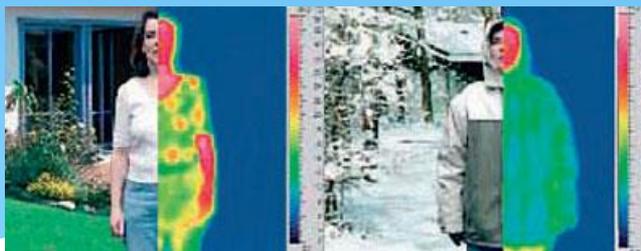
 <p>Датчик освещенности 407 Р Всеинструмен...</p>	 <p>Fepon Датчик освещенности 229 Р АгроДом</p>	 <p>Датчик движения для ... 789 Р Всеинструмен...</p>	 <p>(16+) Датчик движения ASD, 420 Р Юлмарт</p>	 <p>Светильник с датчиком света 490 Р Мелеон</p>
---	---	--	---	--

Датчики присутствия

Управление освещением датчиками движения и присутствия

Одним из эффективных способов решения проблемы экономии электроэнергии является установка датчиков движения и присутствия. Принцип их работы прост: датчики автоматически включают / выключают освещение в помещении в зависимости от интенсивности естественного потока света и/или присутствия людей. Возможным это делает пассивная технология инфракрасного излучения: встроенные IR-датчики производят запись тепловой радиации и преобразовывают ее в измеряемый электрический сигнал. Люди излучают тепловую энергию, спектр которой находится в инфракрасном диапазоне и не видим человеческому глазу.

Тепловая радиация собирается оптической линзой и проектируется на инфракрасные датчики. Изменения тепловой радиации, т. е. различия в температуре, вызванные движением, регистрируются датчиками и преобразуются в электрический сигнал. Встроенная в датчик электроника обрабатывает полученный сигнал и производит заранее установленные действия (включение / выключение групп освещения).



Датчики движения

Работа датчика движения основана на анализе волнразличных типов (акустических, оптических или радиоволн), поступающих на датчик из окружающей среды. В зависимости от типа используемой волны датчик движения делятся на:

инфракрасные,

ультразвуковые,

фотоэлектрические, в которых применяется обычный свет,

микроволновые,

томографические, где используются радиоволны.

В зависимости от того, инициирует ли сенсор сам эти волны и анализирует их после отражения или только получает волны из внешнего мира, датчики делятся на:

активные,

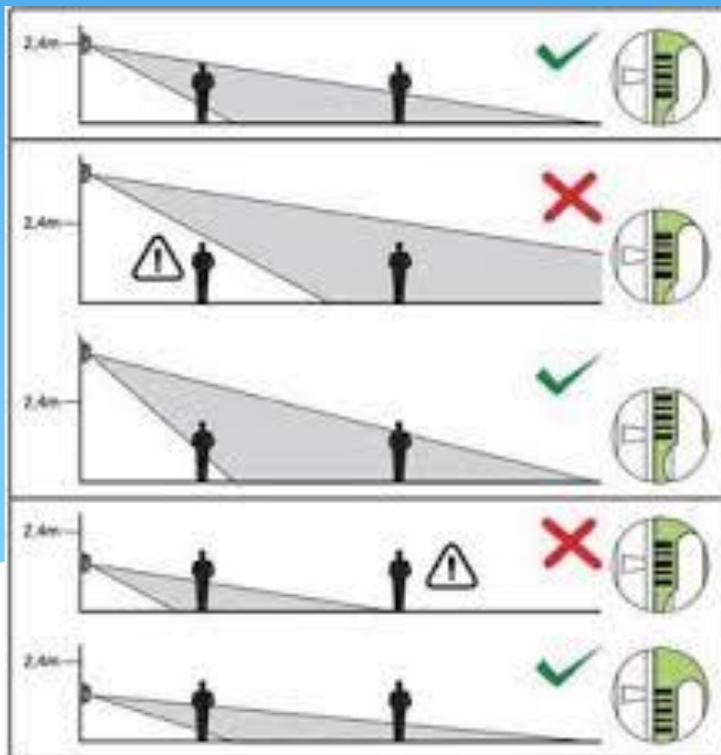
пассивные и

комбинированные, когда одна часть датчика посылает волны, а отделенная от нее вторая получает их.

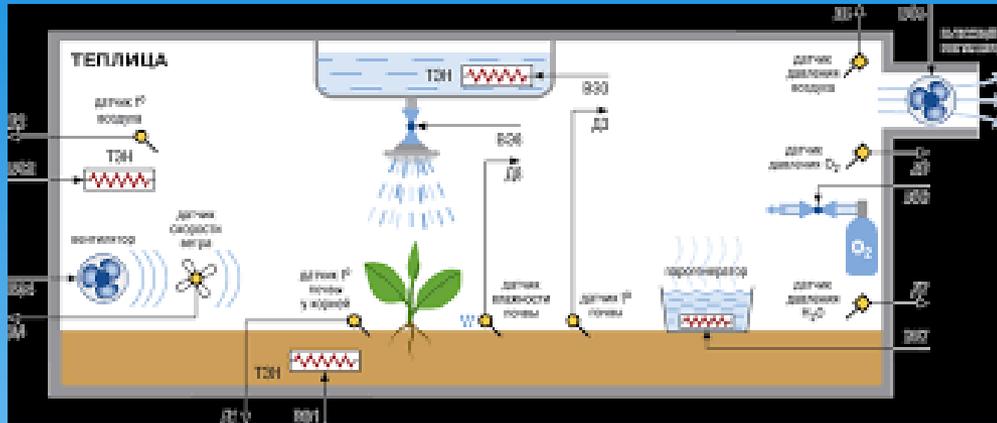
Большинство существующих датчиков движения представляет собой комбинацию этих критериев, причем датчики одного типа волн как правило используют один механизм их создания и обработки. Наиболее распространены:

пассивный инфракрасный датчик (PIR), самый доступный и распространенный датчик движения в принципе, инфракрасные датчики составляют около 50% применяемых по всему миру сенсоров движения, активные ультразвуковой, микроволновый и томографический датчики, комбинированные фотоэлектрический и инфракрасный датчики.

Датчики движения



Датчики влажности



Датчик влажности почвы
Gardena (01188-20.000.00)
4 230 Р
TechPort



Датчик влажности почвы
150 Р
Элемик



Модуль датчика влажности
почвы
150 Р
Amperkot.ru



Тензодатчики



Тензометрический датчик (тензодатчик; от лат. *tensus* — напряжённый) — датчик, преобразующий величину деформации в удобный для измерения сигнал (обычно электрический), основной компонент **тензометра** (прибора для измерения деформаций). Существует множество способов измерения деформаций: тензорезистивный, пьезоэлектрический, оптико-поляризационный, пьезорезистивный, волоконно-оптический, или простым считыванием показаний с линейки механического тензодатчика. Среди электронных тензодатчиков, наибольшее распространение получили тензорезистивные датчики.

Тензорезистивный датчик обычно представляет собой специальную упругую конструкцию с закреплённым на ней тензорезистором и другими вспомогательными деталями. После калибровки, по изменению сопротивления тензорезистора можно вычислить степень деформации, которая будет пропорциональна силе, приложенной к конструкции.

Существуют разные типы датчиков:

- датчики силы (измеряет усилия и нагрузки)
- датчики давления (измерение давления в различных средах)
- акселерометры (датчик ускорения)
- датчики перемещения
- датчики крутящего момента

Датчики деформации



Фото 5

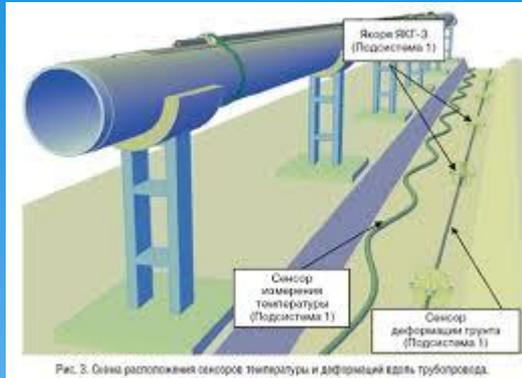
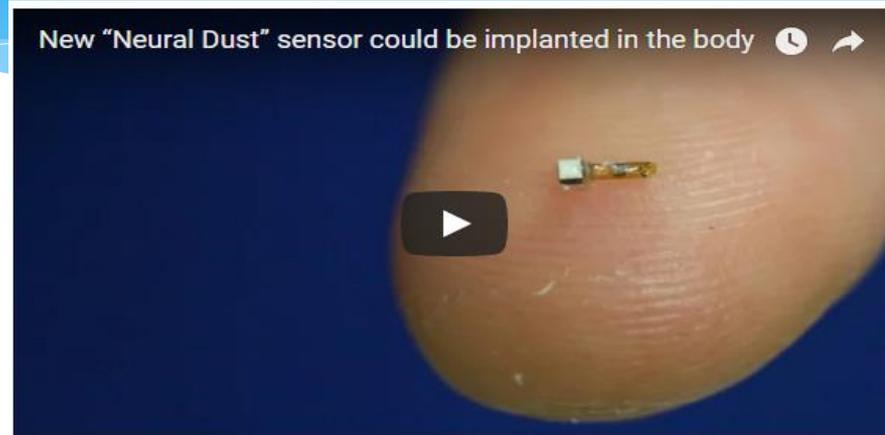


Рис. 3. Схема расположения сенсоров температуры и деформаций вдоль трубопровода.

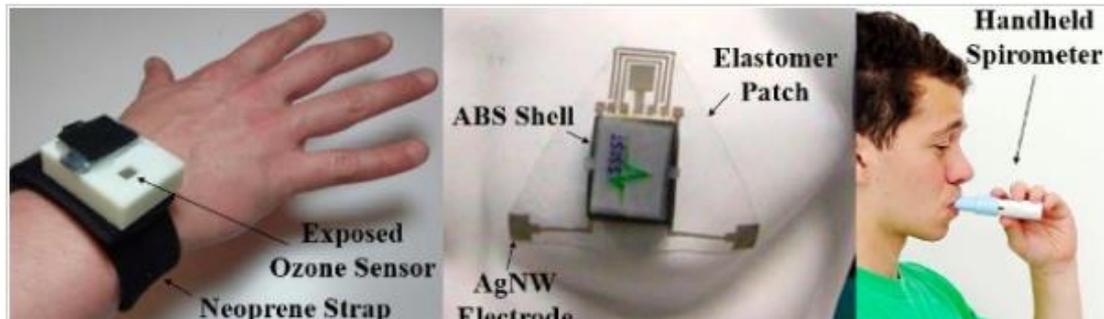


Медицинские датчики. Датчики здоровья

Стетоскоп



2016. Носимое устройство поможет астматикам избежать приступов



Уровень глюкозы в крови, но и вводить необходимую дозу инсулина

2016. Чтобы избавиться от симптомов диабета - наклейте пластырь



2015. Google представил медицинский браслет



Постоянно измеряет пульс, уровень активности, температуру кожи, а также параметры внешней среды - шум и освещенность. Проанализировав всю эту информацию, врач сможет отслеживать прогресс, корректировать план лечения и давать рекомендации по изменению стиля жизни.

2013. Helius - нательный датчик, регистрирующий прием лекарств



Технология умных таблеток Helius. Они могут устанавливаться на любые лекарства специальные миниатюрные электро-маркеры (размером с песчинку). Когда человек глотает это лекарство, материалы маркера увлажняются и он начинает передавать слабые электрические импульсы. А на тело человека клеится маленький датчик, который регистрирует эти сигналы и передает их по Bluetooth на смартфон или планшет.

2013. SecuraFone Health - приложение для удаленного контроля состояния здоровья



Предназначено для контроля состояния здоровья престарелых или тяжело-больных людей. Приложение было представлено на CES в этом году оно измеряет пульс, частоту дыхания, температуру кожи, положение тела. Датчик крепится как пластырь на кожу и передает данные на смартфон по Bluetooth. Если с человеком что-то случилось (он упал, перестал дышать или пульс исчез) - приложение вызывает скорую (и сообщает ей GPS-координаты пострадавшего). Родные и близкие могут контролировать состояние здоровья человека через интернет. Данные в интернет-аккаунте хранятся 90 дней, так что можно их использовать и для анализа результатов лечения.

Global CMOS image sensor Market Snapshot



CAGR: 8.5%

Market Size (2019): USD 15.59 Bn.

Prominent Players

Sony semiconductor
 Omnivision tech
 On semiconductor
 Sk Hynix
 Himax tech
 Smartsens
 Canon
 Nikon

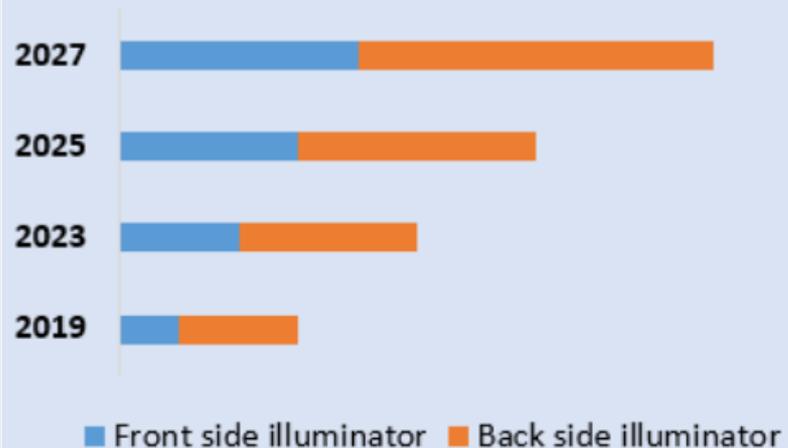
Aptina
 Toshiba
 Stmicroelectronics
 Panasonic
 Galaxycore inc
 stmico
 Silicon file

Regional Analysis in 2019 (%)



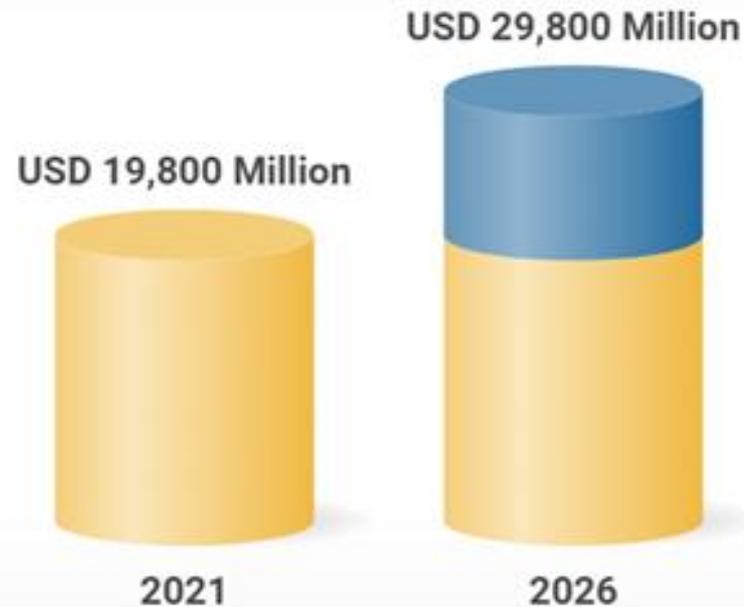
■ APAC ■ Europe
■ North America ■ South America
■ MEA

Technology Segment Overview



Global Image Sensor Market

Market forecast to grow at a CAGR of 8.5%



<https://www.researchandmarkets.com/reports/5317301>

RESEARCH AND MARKETS
THE WORLD'S LARGEST MARKET RESEARCH STORE

Global CMOS Image Sensor Market, by Application (%) in 2019

■ Consumer Electronics

■ Automobiles

■ Medical

■ Defence

■ Industrial

■ Aerospace

