



Кибернетика умных устройств

Датчики и телеметрия



Оглавление

Введение	2
Датчики и телеметрия в контексте IoT	3
Как работает датчик	5
Состав датчика	7
Типы чувствительных элементов датчика	11
Типы чувствительных элементов датчика	17
Подготовка датчиков	26
Домашнее задание	30

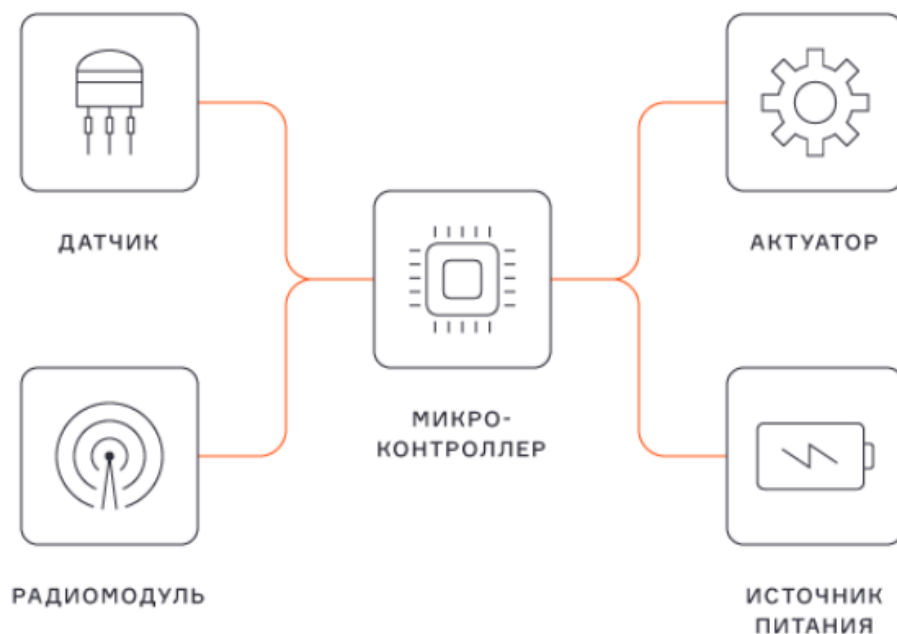
Введение

На данном занятии мы рассмотрим основные типы и назначение датчиков; какие устройства датчиков существуют и какую телеметрию они позволяют снимать для построения IoT решений и получения той добавочной ценности, которая и делает IoT такой интересной сферой.

На этой лекции вы найдете ответы на такие вопросы как / узнаете:

- Датчики и телеметрия в контексте IoT
- Как работает датчик
- Состав датчика
- Типы чувствительных элементов датчика
- Примеры датчиков
- Подготовка датчиков

Датчики и телеметрия в контексте IoT



Датчики и телеметрия играют важнейшую роль в Интернете вещей (IoT). В широком смысле датчики – это устройства, которые обнаруживают изменения в окружающей среде и реагируют на них. В узком смысле датчики – это устройства, измеряющие физические параметры, такие как температура, влажность, свет, давление и другие, и преобразующие физические показания в электронные сигналы, которые могут быть обработаны и проанализированы компьютером или микроконтроллером. Роль датчиков в Интернете вещей (IoT) заключается в сборе данных из физического мира и отправке их в облако или другие подключенные устройства для обработки и анализа. Эти данные затем используются для получения в реальном времени информации о функционировании и производительности устройств или объектов сбора данных, а также для принятия решений и запуска действий в широком спектре приложений, от "умных" домов и городов до промышленной автоматизации и здравоохранения.

Датчики в IoT также могут использоваться для автоматизации процессов, предиктивного обслуживания, мониторинга состояния оборудования и прогнозирования необходимости технического обслуживания, повышения эффективности и принятия решений на основе данных. Их можно использовать для повышения эффективности и надежности систем, а также для сокращения отходов и энергопотребления. Кроме того, датчики могут использоваться для создания

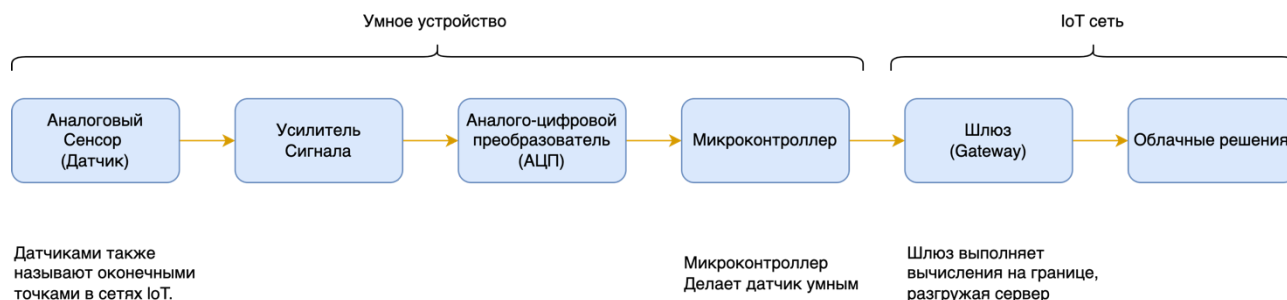
новых типов приложений, таких как автономные транспортные средства и роботы, умные носимые вещи и умные города и т.д.

В целом, сочетание датчиков и телеметрических технологий лежит в основе IoT и имеет важное значение для обеспечения взаимодействия подключенных устройств друг с другом и окружающей средой, а также для сбора и анализа данных в режиме реального времени. Роль датчиков в IoT заключается в том, чтобы соединить физический и цифровой миры, обеспечивая новые уровни связи и понимания окружающего нас мира.

Датчики IoT можно разделить на несколько категорий, включая:

- **Тип измеряемой физической величины:** звук, свет, температура, электромагнитное излучение, ускорение, скорость и цвет – вот лишь несколько примеров типов датчиков IoT, основанных на том, что они измеряют.
- **Энергопотребление:** в зависимости от того, требуется ли им внешний источник питания, датчики IoT классифицируются как активные или пассивные датчики соответственно. Считыватели радиочастотной идентификации (RFID) с поддержкой IoT являются примерами пассивных датчиков, которые также являются беспроводными датчиками IoT.
- **Метод измерения:** IoT-датчики используют различные механизмы измерения, и их можно разделить на электрические, оптические, химические и гироскопические датчики.
- **Точность:** по диапазону измерений IoT-датчики можно разделить на высокоточные и низкоточные. Высокоточные IoT-датчики обычно используются в контролируемых условиях и могут измерять очень малые изменения, в то время как низкоточные датчики могут измерять только большие изменения, но часто используются в жестких и экстремальных условиях.
- **Тип выхода:** IoT-датчики классифицируются в зависимости от типа выходного сигнала, который они выдают: аналоговый или цифровой. Аналоговые датчики выдают постоянно меняющийся выходной сигнал, например, электрическое напряжение, изменяющееся в зависимости от температуры. Цифровые датчики, напротив, имеют дискретный выход, который предоставляет информацию в виде импульсов, как, например, датчики с импульсно-кодовой модуляцией (PCM). Другим примером цифрового датчика является датчик движения, который производит двоичный выход, указывающий на наличие или отсутствие движения.

Как работает датчик



Принцип работы датчика зависит от его типа и физического параметра, для измерения которого он предназначен. Однако в общем случае датчик работает путем обнаружения изменений физического параметра и преобразования их в электрический сигнал, который может быть считан и обработан электронным устройством.

Например, датчик температуры может использовать термопару, термистор или полупроводниковое устройство для обнаружения изменений температуры за счет изменения электрического сопротивления или напряжения. Датчик света, такой как фотодиод или фототранзистор, может обнаруживать изменения интенсивности света и преобразовывать их в электрический сигнал, который может быть использован для управления устройством или запуска действия.

Для работы большинства датчиков требуется определенная форма питания, которая может обеспечиваться батареей, источником питания или путем сбора энергии из окружающей среды, например, с помощью солнечных батарей или устройств, поглощающих энергию.

Электрический сигнал, генерируемый датчиком, обычно является аналоговым по своей природе, то есть это непрерывный сигнал, изменяющийся во времени. Этот сигнал может быть обработан и проанализирован аналого-цифровым преобразователем (АЦП) для преобразования его в цифровой сигнал, который может быть сохранен, передан или проанализирован компьютером или другим электронным устройством.

В целом, датчики работают путем обнаружения изменений физических параметров и преобразования их в электрические сигналы, которые могут быть считаны и обработаны электронными устройствами.

Сбор телеметрии в Интернете вещей (IoT) означает процесс сбора и передачи данных с удаленных устройств в центральное место для анализа и управления. Телеметрия в IoT обеспечивает мониторинг и контроль устройств в режиме реального времени, позволяет быстро и эффективно принимать решения, а также может использоваться для повышения эффективности работы и снижения затрат.

Однако важно обеспечить безопасную передачу данных и защиту самих устройств от взлома и других угроз безопасности.

Состав датчика

Датчик обычно состоит из нескольких ключевых компонентов, которые работают вместе для измерения физического параметра и преобразования его в электрический сигнал. К таким компонентам относятся:

- **Чувствительный элемент** – это часть датчика, которая взаимодействует с измеряемым физическим параметром. Это может быть термистор для измерения температуры, фотодиод для измерения света или пьезоэлектрический элемент для измерения давления.
- **Усилитель:** Выходной сигнал чувствительного элемента обычно очень слабый, и перед обработкой его необходимо усилить. Усилительный каскад увеличивает силу сигнала, делая его пригодным для дальнейшей обработки.
- **Аналого-цифровой преобразователь (АЦП):** Этот компонент преобразует аналоговый сигнал от усилителя в цифровой сигнал, который может быть обработан компьютером или микроконтроллером.
- **Интерфейс связи:** Этот компонент позволяет датчику общаться с внешним миром, либо отправляя данные непосредственно на компьютер или микроконтроллер, либо передавая их по беспроводной сети.

Усилитель

Усилители играют важную роль в функционировании датчиков в Интернете вещей (IoT). Во многих случаях выходной сигнал датчика слишком слаб для непосредственной обработки микроконтроллером или другим подключенным устройством. Усилитель используется для увеличения силы сигнала, что облегчает его обработку и анализ.

Существует несколько различных типов усилителей, которые могут использоваться в датчиках IoT, в зависимости от конкретных требований датчика и приложения. Некоторые распространенные типы усилителей, используемые в датчиках IoT, включают:

- **Операционные усилители** – они обычно используются для усиления аналоговых сигналов от датчиков. Они характеризуются высоким коэффициентом усиления, высоким входным сопротивлением и низким выходным сопротивлением.
- **Инструментальные усилители** – это специализированные усилители, которые предназначены для усиления низкоуровневых сигналов от различных датчиков, таких как термометры, датчики давления, датчики магнитного поля, датчики силы и т.д. Низкоуровневые сигналы от этих

датчиков могут быть очень слабыми и требуют усиления для дальнейшей обработки, например, для измерения, мониторинга или управления системами. Одновременно инструментальные усилители подавляют синфазный шум, который может возникать в процессе усиления сигналов.

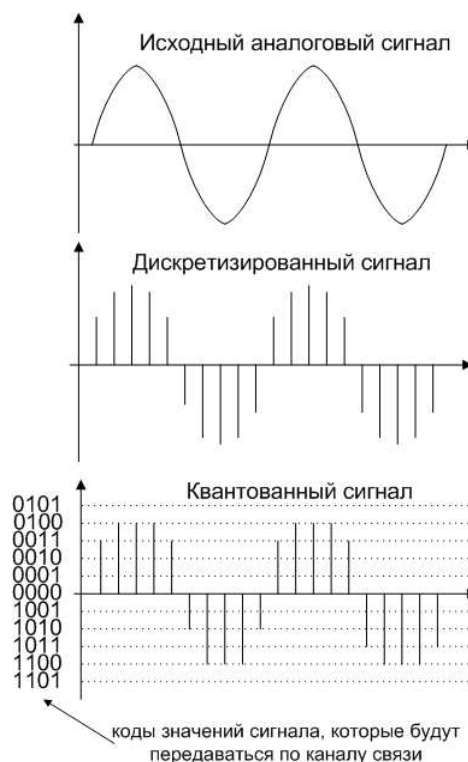
- **Дифференциальные усилители** – они используются для усиления разницы между двумя сигналами, что может быть полезно в приложениях, где датчики используются для измерения изменений в положении или ориентации.

Использование усилителей в датчиках IoT может повысить точность и надежность данных, собираемых датчиком. Усиливая сигнал от датчика, его можно легче обрабатывать и анализировать, что приводит к более точным результатам. Конкретный используемый усилитель зависит от требований датчика и приложения и может быть выбран на основе таких факторов, как коэффициент усиления, шумовые характеристики и энергопотребление.

Об аналого-цифровом преобразователе (АЦП) в датчике IoT

Аналого-цифровой преобразователь (АЦП) – это устройство, которое используется для преобразования аналогового сигнала в цифровой сигнал, который может быть обработан микроконтроллером или другим цифровым устройством.

Аналоговые сигналы являются непрерывными, то есть они могут принимать любое значение в определенном диапазоне. Цифровые сигналы, напротив, дискретны, то есть могут принимать только определенные значения. АЦП преобразуют аналоговые сигналы в цифровые путем взятия образцов аналогового сигнала через регулярные промежутки времени (получая тем самым дискреты), а затем квантуют (разбивают) эти образцы в дискретные значения, каждое из которых соотносится со своим набором 0 и 1.



Существует несколько различных типов АЦП, которые могут использоваться в датчиках IoT, в том числе:

- АЦП последовательного приближения – они широко используются в датчиках IoT благодаря низкому энергопотреблению и простоте реализации.
- Дельта-сигма АЦП – они обычно используются в приложениях, требующих высокого разрешения и точности, таких как измерение температуры или обработка звука.
- АЦП прямого преобразования – они используются в приложениях, требующих высокоскоростного преобразования, например, при обработке видео.

Выбор используемого АЦП зависит от конкретных требований датчика и приложения. Некоторые факторы, которые следует учитывать при выборе АЦП, включают разрешение, скорость, энергопотребление и шумовые характеристики.

В целом, АЦП являются важным компонентом многих датчиков IoT и могут играть решающую роль в обеспечении точности и надежности данных, собранных датчиком. Преобразуя аналоговые сигналы в цифровые, АЦП позволяют обрабатывать и анализировать данные датчиков с помощью цифровых устройств, что открывает широкие возможности для применения в IoT.

Интерфейсы связи в датчике IoT

В датчике IoT коммуникационный интерфейс – это компонент, который позволяет датчику обмениваться данными с другими устройствами или системами в сети. Интерфейсы связи необходимы для датчиков IoT, поскольку они позволяют датчику передавать свои данные в удаленное место для дальнейшего анализа, хранения или обработки.

Существует множество различных типов коммуникационных интерфейсов, которые могут использоваться в датчиках IoT, в том числе:

I2C (Inter-Integrated Circuit) – это популярный коммуникационный интерфейс, который используется во многих типах IoT-датчиков. Это синхронный последовательный протокол, который позволяет подключать несколько устройств к одной коммуникационной шине. I2C использует двухпроводной интерфейс, состоящий из тактового сигнала и сигнала данных, и поддерживает скорость передачи данных до 3,4 Мбит/с. I2C часто используется в датчиках, требующих связи с низкой скоростью передачи данных, таких как датчики температуры или акселерометры.

SPI (Serial Peripheral Interface) – еще один популярный интерфейс связи, который часто используется в датчиках IoT. Это синхронный последовательный протокол, который обеспечивает связь между устройствами с помощью четырех линий: тактовой линии, линии ввода данных, линии вывода данных и линии выбора микросхемы. SPI поддерживает высокую скорость передачи данных, что делает его подходящим для датчиков, требующих связи с высокой пропускной способностью, таких как камеры или другие типы датчиков визуализации.

Помимо **I2C** и **SPI**, другие коммуникационные интерфейсы, обычно используемые в датчиках IoT, включают **UART** (универсальный асинхронный приемник/передатчик) и **CAN** (сеть контроллеров).

UART – это асинхронный последовательный протокол, который позволяет передавать данные по двум проводам, и часто используется в датчиках, требующих простой связи, таких как GPS-датчики или RFID-считыватели.

CAN – это коммуникационный протокол, который широко используется в автомобильной промышленности и часто применяется в датчиках, требующих высокой надежности и отказоустойчивости, таких как датчики давления или температуры в производственном оборудовании.

Выбор коммуникационного интерфейса для датчика IoT зависит от конкретных требований датчика и области применения. Выбрав правильный интерфейс связи, разработчики IoT могут обеспечить эффективную и надежную передачу и прием данных для своих датчиков.

Типы чувствительных элементов датчика

Чувствительный элемент – это часть датчика, которая взаимодействует с измеряемым физическим параметром. Он отвечает за преобразование физических изменений в электрические сигналы, которые могут быть обработаны и проанализированы.

Существует множество различных типов чувствительных элементов, каждый из которых предназначен для измерения определенного физического параметра. Некоторые из наиболее распространенных типов чувствительных элементов включают:

- **Термисторы** – это резисторы, которые изменяют сопротивление в ответ на изменение температуры. Они широко используются для определения температуры в таких приложениях, как системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха и медицинское оборудование.
- **Фотодиоды** – это полупроводниковые приборы, преобразующие свет в электрический ток. Они используются в датчиках света, датчиках изображения и оптических системах связи.
- **Пьезоэлектрические элементы** – это материалы, которые генерируют электрические заряды в ответ на приложенное механическое напряжение. Они широко используются для определения давления и вибрации в таких приложениях, как промышленное оборудование и автомобильные системы.
- **Магниторезистивные элементы** – это материалы, которые изменяют сопротивление в ответ на изменение магнитного поля. Они используются в магнитных датчиках, например, в компасах и навигационных системах.
- **Емкостные элементы** – это устройства, измеряющие изменения емкости, которая представляет собой способность материала накапливать электрический заряд. Они используются в сенсорных датчиках и датчиках приближения (например, датчик приближения в телефонах, который отключает экран в момент поднесения его к уху во время вызова).

Конкретный дизайн и конструкция чувствительного элемента зависят от измеряемого физического параметра, а также от области применения и условий эксплуатации. Как правило, чувствительный элемент тщательно подбирается и калибруется для обеспечения точного и надежного измерения физического параметра.

В целом, чувствительный элемент является важнейшим компонентом датчика, отвечающим за преобразование физических изменений в электрические

сигналы, которые могут быть обработаны и проанализированы. Выбор чувствительного элемента зависит от конкретного измеряемого физического параметра и требований приложения.

Температурные датчики.

Датчики температуры – это устройства, которые измеряют количество тепловой энергии в источнике и преобразуют ее в электрический сигнал, который можно обрабатывать и анализировать. Они широко используются в различных областях, включая системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, управление промышленными процессами, автомобильные системы и бытовую электронику.

Существует несколько типов датчиков температуры, включая термисторы, ТДС (резистивные датчики температуры), термопары и инфракрасные датчики. Каждый тип температурного датчика работает по-разному, но все они имеют общую цель – преобразование температуры в электрический сигнал.

- **Термисторы** – это резисторы, которые изменяют сопротивление в ответ на изменение температуры. Они просты и недороги, но имеют относительно ограниченный температурный диапазон и ограниченную точность. Они часто используются в системах контроля температуры, например, в термостатах.
- **TDR (Temperature Dependence Resistance)** – это резисторы, которые используют зависимость сопротивления от температуры для измерения температуры. Они более точны, чем термисторы, и могут измерять более широкий диапазон температур, но стоят дороже. ТДС обычно используются в промышленных и лабораторных приложениях, где требуется точное измерение температуры.



Разница между TDR и Термистором.

TDR измеряет температуру, глядя на то, как меняется электрическое сопротивление материала при нагревании или охлаждении. Каждый материал имеет свое сопротивление, и, измерив, как меняется это сопротивление, мы можем рассчитать температуру. Это немного похоже на угадывание температуры на улице по тому, насколько горячей или холодной кажется кожа, когда выходишь на улицу.

С другой стороны, **термистор** – это тип датчика, изготовленный из специального материала, который меняет свое сопротивление в зависимости от температуры. Когда температура меняется, меняется и сопротивление, и, измерив это сопротивление, мы

можем вычислить температуру. Это похоже на использование термометра для измерения температуры тела.

Хотя и TDR, и термистор измеряют температуру, они делают это разными способами. TDR смотрит на изменения в сопротивлении, чтобы вычислить температуру, в то время как термистор непосредственно измеряет сопротивление, чтобы определить температуру.

- **Термопары** – это устройства, которые измеряют температуру путем измерения напряжения, возникающего при соединении двух разнородных металлов. Они широко используются в промышленности благодаря своей универсальности и способности измерять широкий диапазон температур, от очень высоких до очень низких.
- **Инфракрасные датчики** – это устройства, которые измеряют температуру путем обнаружения инфракрасного излучения, испускаемого объектом. Это бесконтактные датчики температуры, которые могут измерять температуру объектов на расстоянии, что делает их полезными для измерения температуры в труднодоступных или опасных средах.

Категория	Термопара	Резистивные датчики температуры	Термистор
Температурный диапазон (в °C)	От -180 до 2,320	От -200 до 500	От -90 до 130
Время реакции	Быстро (микросекунды)	Медленно (секунды)	Медленно (секунды)
Размеры	Большие (~10 мм)	Небольшие (~ 5 мм)	Небольшие (~ 5 мм)
Точность	Низкая	Средняя	Очень высокая

Конкретный тип используемого датчика температуры зависит от требований приложения, таких как точность, диапазон, время отклика и стоимость. Кроме того, условия эксплуатации, такие как диапазон температур и условия окружающей среды, также играют роль в определении типа используемого датчика температуры.

Существующие типы датчиков температуры имеют свои сильные и слабые стороны, и выбор датчика температуры зависит от конкретных требований приложения.

Фотодиоды

Фотодиоды – это полупроводниковые приборы, преобразующие свет в электрический ток. Они используются в различных приложениях, включая датчики света, датчики изображения и оптические системы связи.

Фотодиод состоит из полупроводникового материала, такого как кремний или германий, с P-N-переходом, который позволяет ему обнаруживать свет и генерировать электрический ток. (как работает P-N переход можно посмотреть [→ здесь ←](#)) Когда свет падает на фотодиод, он создает пары электрон-дырка в полупроводниковом материале, что создает поток тока через материал. Этот ток пропорционален интенсивности света и может быть измерен для определения количества света, попавшего на фотодиод.

Существует два типа фотодиодов:

- **P-N фотодиоды** – это наиболее распространенный тип фотодиодов, состоящий из полупроводникового материала P-типа и полупроводникового материала N-типа. Когда свет падает на фотодиод, он создает пары электрон-дырка в P-N-переходе, что создает ток через материал.
- **Лавинные фотодиоды** – это высокоскоростные фотодиоды, которые используют лавинный эффект для обнаружения света. Когда свет падает на фотодиод, он создает электронно-дырочные пары в P-N-переходе, которые ускоряются приложенным электрическим полем, заставляя их сталкиваться с другими электронами и создавать дополнительные электронно-дырочные пары. Это приводит к умножению тока, генерируемого фотодиодом, что позволяет ему обнаруживать свет с высокой чувствительностью и скоростью.

Фотодиоды используются в различных приложениях, включая:

- **Датчики света:** Фотодиоды используются в качестве датчиков света в таких приложениях, как датчики освещенности, фотометрические датчики и датчики приближения.
- **Датчики изображения:** Фотодиоды используются в качестве светочувствительных элементов в цифровых камерах и других датчиках изображения.

Оптические коммуникации: Фотодиоды используются для приема оптических сигналов в системах оптической связи, таких как волоконно-оптические системы.

Фотодиоды широко используются благодаря своей низкой стоимости, высокой чувствительности и быстрому времени отклика. Они также широко доступны в различных размерах и корпусах, что делает их хорошо подходящими для различных приложений.

В заключение следует отметить, что фотодиоды – это полупроводниковые приборы, преобразующие свет в электрический ток. Они широко используются в различных приложениях, включая датчики света, датчики изображения и

оптические системы связи, и известны своей низкой стоимостью, высокой чувствительностью и быстрым временем отклика.

Магниторезистивные элементы

Магниторезистивные элементы – это материалы, которые изменяют свое электрическое сопротивление в ответ на приложенное магнитное поле. Они широко используются в магнитных датчиках и считывающих головках в системах хранения данных.

Основной принцип работы магниторезистивных элементов заключается в явлении магнитного сопротивления, которое представляет собой изменение электрического сопротивления материала в ответ на приложенное магнитное поле.

Магниторезистивные элементы используются в **магнитных датчиках** в таких приложениях, как компасные системы, системы позиционирования и датчики магнитного поля.

Магниторезистивные элементы широко используются благодаря их высокой чувствительности к магнитным полям и низкой стоимости. Они также широко доступны в различных размерах и упаковках, что позволяет легко интегрировать их в различные системы.

Емкостные элементы

Емкостные элементы – это материалы, которые накапливают электрический заряд в ответ на приложенное электрическое поле. Они широко используются в сенсорных экранах, датчиках приближения и емкостно-цифровых преобразователях.

Основной принцип работы емкостных элементов заключается в способности материала накапливать электрический заряд при приложении к нему электрического поля. Конденсатор состоит из двух проводящих пластин, разделенных диэлектриком. Когда к пластинам прикладывается напряжение, создается электрическое поле, в результате чего на пластинах накапливается электрический заряд. Количество заряда, накопленного на пластинах, пропорционально приложенному напряжению и емкости конденсатора, которая определяется как отношение накопленного заряда к приложенному напряжению.

Емкостные элементы используются в различных приложениях, включая:

- **Сенсорные экраны:** Емкостные элементы используются в сенсорных экранах для определения положения прикосновения путем измерения изменения емкости экрана.

- **Датчики приближения:** Емкостные элементы используются в качестве датчиков приближения для обнаружения присутствия объекта путем измерения изменения емкости между датчиком и объектом.
- **Емкостно-цифровые преобразователи:** Емкостные элементы используются в качестве чувствительных элементов в емкостно-цифровых преобразователях, которые преобразуют измерение емкости в цифровой сигнал.

Емкостные элементы широко используются благодаря их способности накапливать электрический заряд в ответ на приложенное электрическое поле, а также низкой стоимости и низкому энергопотреблению. Они также широко доступны в различных размерах и упаковках, что позволяет легко интегрировать их в различные системы.

Емкостные элементы – это материалы, которые накапливают электрический заряд в ответ на приложенное электрическое поле. Они широко используются в сенсорных экранах, датчиках приближения и емкостно-цифровых преобразователях и известны своей способностью накапливать электрический заряд, низкой стоимостью и низким энергопотреблением.

Пьезоэлектрические элементы

Пьезоэлектрические элементы – это материалы, которые генерируют электрический заряд в ответ на приложенное механическое напряжение. Они широко применяются в различных областях, включая датчики, приводы и системы сбора энергии.

Пьезоэлектрические материалы, такие как кварц, цирконат-титанат свинца (PZT) и поливинилиденфторид (PVDF), обладают уникальным свойством – они генерируют электрический заряд при механическом воздействии. Это свойство известно как пьезоэлектрический эффект и является результатом выравнивания электрических диполей в кристаллической структуре материала.

Когда пьезоэлектрический материал подвергается механическому напряжению, электрические диполи в материале поляризуются, создавая электрический заряд на поверхности материала. Этот заряд можно измерить, чтобы определить величину и направление приложенного напряжения. И наоборот, когда к пьезоэлектрическому материалу прикладывается напряжение, он деформируется, создавая механическое напряжение. Это свойство делает пьезоэлектрические материалы полезными в качестве как датчиков, так и исполнительных механизмов.

Пьезоэлектрические элементы используются в различных областях, включая:

- **Датчики:** Пьезоэлектрические материалы используются в качестве датчиков в таких приложениях, как датчики давления, датчики силы и акселерометры.
- **Актuatorы:** Пьезоэлектрические материалы используются в качестве исполнительных механизмов в таких приложениях, как ультразвуковые двигатели, микрофлюидные устройства и пьезоэлектрические преобразователи.
- **Сбор энергии:** Пьезоэлектрические материалы используются для получения электрической энергии из механического напряжения в таких приложениях, как носимые устройства и интеллектуальные структуры.

Пьезоэлектрические элементы широко используются благодаря уникальному сочетанию механических и электрических свойств, что делает их хорошо подходящими для различных применений. Они также широко доступны в различных размерах и упаковках, что позволяет легко интегрировать их в различные системы.

Пьезоэлектрические элементы – это материалы, которые генерируют электрический заряд в ответ на приложенное механическое напряжение. Они широко используются в различных приложениях, включая датчики, приводы и системы сбора энергии, и известны своим уникальным сочетанием механических и электрических свойств.

Типы чувствительных элементов датчика

PIR (пассивные инфракрасные) датчики

PIR (пассивные инфракрасные) датчики – это датчики, обнаруживающие инфракрасное излучение, которое испускается всеми объектами с температурой выше абсолютного нуля. PIR-датчики широко используются в системах обнаружения движения, таких как системы безопасности, системы управления освещением и автоматические двери.

Основной принцип работы датчиков PIR заключается в том, что они обнаруживают изменения в инфракрасном излучении. Датчик PIR состоит из линзы, которая фокусирует инфракрасное излучение на детекторный элемент, который генерирует электрический сигнал в ответ на входящее излучение. Электрический сигнал обрабатывается электроникой датчика, чтобы определить, изменилось ли количество инфракрасного излучения, принятого элементом детектора. Если изменение обнаружено, PIR-датчик выдает сигнал, указывающий на обнаружение движения.

PIR-датчики используются в различных областях, включая:

- **Охранные системы:** PIR-датчики используются в системах безопасности для обнаружения присутствия злоумышленников путем определения изменений инфракрасного излучения в определенной области.
- **Системы управления освещением:** PIR-датчики используются в системах управления освещением для автоматического включения и выключения света в зависимости от присутствия людей в определенной зоне.
- **Автоматические двери:** PIR-датчики используются в автоматических дверях для активации дверей при приближении человека.

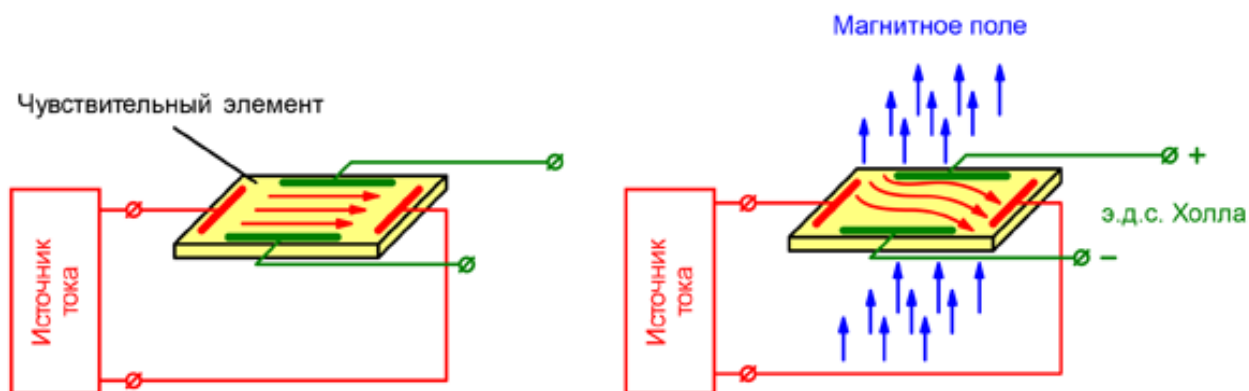
PIR-датчики широко используются благодаря их способности обнаруживать инфракрасное излучение, испускаемое объектами с температурой выше абсолютного нуля, а также их низкой стоимости и низкому энергопотреблению. Они также широко доступны в различных размерах и упаковках, что позволяет легко интегрировать их в различные системы.

PIR (пассивные инфракрасные) датчики – это датчики, которые обнаруживают инфракрасное излучение, испускаемое объектами с температурой выше абсолютного нуля. PIR-датчики широко используются в системах обнаружения движения, таких как охранные системы, системы управления освещением и автоматические двери, и известны своей способностью

обнаруживать инфракрасное излучение, низкой стоимостью и низким энергопотреблением.

Датчики на эффекте Холла

Датчики на эффекте Холла – это устройства, использующие эффект Холла для обнаружения изменений в магнитном поле. Эффект Холла – это явление, при котором в присутствии магнитного поля возникает разность напряжений перпендикулярно приложенному электрическому полю.



Датчики на эффекте Холла состоят из тонкого плоского материала, чувствительного к магнитным полям, называемого пластиной Холла. Когда к пластине Холла прикладывается магнитное поле, возникает разность напряжений, перпендикулярная магнитному полю. Величина разности напряжений пропорциональна силе магнитного поля, а направление разности напряжений указывает на направление магнитного поля.

Датчики на основе эффекта Холла используются в различных областях, включая:

- **Датчики положения и скорости:** Датчики на эффекте Холла используются для определения положения и скорости вращающихся или линейных объектов путем измерения изменений в магнитных полях, создаваемых постоянными магнитами или электромагнитами.
- **Измерение тока:** Датчики на эффекте Холла используются для измерения тока в проводящем проводе путем измерения магнитного поля, создаваемого током.
- **Измерение расхода жидкости:** Датчики на эффекте Холла используются для измерения скорости потока жидкости в трубах путем обнаружения изменений в магнитном поле, создаваемом жидкостью, когда она протекает мимо магнитного датчика.

Датчики на эффекте Холла широко используются благодаря их способности точно определять изменения магнитного поля, а также низкой стоимости и низкому энергопотреблению. Они также широко доступны в различных размерах и корпусах, что позволяет легко интегрировать их в различные системы.

Датчики на эффекте Холла – это устройства, использующие эффект Холла для обнаружения изменений в магнитном поле. Датчики на эффекте Холла широко используются для определения положения и скорости, измерения тока и потока жидкости. Они известны своей способностью точно определять изменения магнитного поля, низкой стоимостью и низким энергопотреблением.

Датчики MEMS (Micro-Electromechanical Systems)

Датчики MEMS (Micro-Electromechanical Systems) – это небольшие устройства, сочетающие механические и электронные компоненты для измерения физических параметров, таких как ускорение, давление, температура и магнитные поля. Датчики МЭМС обычно изготавливаются с использованием методов микрофабрикации, которые позволяют производить их в небольших масштабах с высокой точностью и надежностью.

МЭМС-датчики используются в различных областях, включая:

- **Мобильные устройства:** МЭМС-датчики используются в смартфонах, планшетах и других мобильных устройствах для определения ускорения, ориентации и других физических параметров для таких функций, как распознавание жестов и ориентация экрана.
- **Автомобильные приложения:** МЭМС-датчики используются в автомобильных приложениях для определения ускорения, давления и других параметров для таких функций, как срабатывание подушек безопасности, антиблокировочные тормозные системы и системы контроля давления в шинах.
- **Промышленные и медицинские приложения:** МЭМС-датчики используются в промышленных и медицинских приложениях для измерения физических параметров для управления и контроля процессов, а также для мониторинга и диагностики пациентов.

МЭМС-датчики широко используются благодаря своим малым размерам, низкому энергопотреблению, высокой точности и надежности, а также способности объединять несколько функций измерения в одном устройстве. Они также широко доступны в различных корпусах, что позволяет легко интегрировать их в различные системы.

МЭМС-акселерометры и гироскопы

МЭМС-акселерометры – это датчики микроэлектромеханических систем (МЭМС), которые измеряют ускорение по нескольким осям, в том числе гравитационное ускорение. Они состоят из небольшой массы, прикрепленной к пружине, причем масса расположена таким образом, что она может свободно перемещаться в ответ на ускорение. Перемещение массы регистрируется с помощью различных механизмов передачи сигнала, включая емкостной, пьезорезистивный и пьезоэлектрический.

МЭМС-акселерометры широко используются благодаря своим малым размерам, низкому энергопотреблению, высокой точности и надежности, а также способности измерять ускорение по нескольким осям. Они также широко доступны в различных корпусах, что позволяет легко интегрировать их в различные системы.

Датчики влажности

Датчики влажности – это электронные устройства, которые измеряют количество влаги в воздухе или других газах. Они широко используются в приложениях IoT для мониторинга и контроля уровня влажности в различных средах, таких как дома, офисы и производственные помещения.

Существует несколько типов датчиков влажности, используемых в приложениях IoT, включая емкостные, резистивные и тепловые датчики. Емкостные датчики влажности являются наиболее распространенным типом и работают путем измерения изменений диэлектрической проницаемости материала в ответ на изменение влажности. Резистивные датчики влажности используют гигроскопичный материал, который поглощает водяной пар и в результате изменяет сопротивление. Тепловые датчики влажности измеряют изменения теплопроводности газа в зависимости от влажности.

Датчики влажности важны во многих приложениях IoT, поскольку высокий уровень влажности может привести к таким проблемам, как рост плесени, коррозия и выход из строя оборудования. Кроме того, низкий уровень влажности может привести к таким проблемам, как сухость кожи, проблемы с дыханием и статическое электричество. IoT-устройства, отслеживая уровень влажности и внося необходимые коррективы, могут помочь предотвратить эти проблемы и обеспечить комфортную и здоровую среду.

Датчики влажности являются важным компонентом многих приложений IoT, а их способность точно измерять и контролировать уровень влажности может оказать значительное влияние на качество жизни людей и надежность оборудования и процессов в различных отраслях промышленности.

Датчики давления

Датчики давления – это устройства, которые обнаруживают изменения давления и преобразуют их в электрические сигналы. Они широко используются в приложениях IoT для измерения и мониторинга различных типов давления, таких как давление воздуха, воды и гидравлическое давление. Например, датчики давления могут использоваться для контроля работы гидравлических систем промышленного оборудования, обнаружения утечек в трубопроводах и резервуарах, а также для контроля давления воздуха в шинах и других автомобильных компонентах.

Существует несколько типов датчиков давления, используемых в приложениях IoT, включая емкостные, пьезорезистивные, пьезоэлектрические и тензометрические датчики. Емкостные датчики давления используют для измерения давления изменения емкости конденсатора, а пьезорезистивные датчики используют для измерения давления изменения электрического сопротивления. Пьезоэлектрические датчики используют изменения электрического заряда, возникающие при сжатии или растяжении кристалла, а тензометрические датчики используют изменения сопротивления проводника при его растяжении или сжатии.

Кроме того, датчики давления используются в IoT-приложениях, связанных с мониторингом и прогнозированием погоды. Например, датчики барометрического давления могут предоставлять информацию об изменениях атмосферного давления, которая может быть использована для прогнозирования изменений погодных условий.

Датчики уровнемеров

Уровнемеры – это датчики, которые используются для измерения уровня жидкостей или твердых веществ в резервуарах, силосах и других емкостях. Они широко используются в приложениях IoT в таких отраслях промышленности, как нефтегазовая, химическая, пищевая, производство напитков и водоподготовка.

Существует несколько типов уровнемеров, используемых в приложениях IoT, включая ультразвуковые, радарные и емкостные датчики. Ультразвуковые уровнемеры используют звуковые волны для измерения расстояния до поверхности жидкости или твердого тела в емкости (например, в баке), а радарные уровнемеры используют электромагнитные волны для измерения расстояния (например, от датчика, до автомобиля, что и делает одна из реализаций датчика парковки). Емкостные уровнемеры используют изменения в емкости для обнаружения присутствия жидкости или твердого тела и определения уровня.

Уровнемеры важны во многих приложениях IoT, поскольку они могут предоставить ценную информацию о количестве материала в контейнере. Например, уровнемеры могут использоваться для контроля уровня масла в резервуаре, определения наличия воды в сепараторной емкости и контроля уровня химического вещества в смесительном баке.

Кроме того, уровнемеры широко используются в приложениях IoT, связанных с управлением и сохранением воды. Например, уровнемеры могут использоваться для контроля уровня воды в резервуаре или емкости и управления потоком воды в ирригационных системах для минимизации потерь.

Уровнемеры являются важным компонентом многих приложений IoT, а их способность точно измерять и контролировать уровень жидкостей или твердых веществ может оказать значительное влияние на производительность, безопасность и эффективность различных систем и процессов.

Газовые датчики

Газовые датчики – это электронные устройства, которые используются для обнаружения и измерения наличия и концентрации различных газов в окружающей среде. Они широко используются в приложениях IoT в таких отраслях промышленности, как нефтегазовая, химическая и горнодобывающая, а также для мониторинга окружающей среды и контроля качества воздуха.

Газовые датчики работают путем обнаружения изменений в электрических или оптических свойствах измеряемого газа. Существует несколько типов газовых датчиков, используемых в приложениях IoT, включая электрохимические, каталитические, инфракрасные и фотоионизационные датчики.

Электрохимические газовые датчики используют химическую реакцию для получения электрического сигнала, который пропорционален концентрации измеряемого газа. Каталитические датчики используют каталитическую реакцию для получения изменения сопротивления, которое затем используется для определения концентрации газа. Инфракрасные датчики используют поглощение инфракрасного света газом для измерения его концентрации, а фотоионизационные датчики используют ионизацию молекул газа ультрафиолетовым светом для определения присутствия газа.

Газовые датчики важны для многих приложений IoT, поскольку они могут предоставить ценную информацию о наличии и концентрации опасных газов, таких как угарный газ, метан и сероводород, в окружающей среде. Например, датчики газа могут использоваться для обнаружения утечек в газопроводах, контроля концентрации токсичных газов в шахтах и мониторинга качества воздуха в городских районах.

Датчики газа являются важным компонентом многих приложений IoT, а их способность точно обнаруживать и измерять наличие газов в окружающей среде может оказать значительное влияние на безопасность и благополучие людей и окружающей среды.

Микроконтроллеры для IoT

Микроконтроллеры – это интегральные схемы, объединяющие микропроцессор, память и периферийные устройства ввода/вывода (I/O) в одном устройстве. Они широко используются в качестве блока управления для устройств Интернета вещей (IoT) благодаря своим компактным размерам, низкому энергопотреблению и низкой стоимости.

В устройствах IoT микроконтроллеры отвечают за сбор и обработку данных с датчиков, управление исполнительными механизмами и связь с другими устройствами через проводные или беспроводные сети. Микроконтроллер в IoT-устройстве обычно запускает встроенное программное обеспечение, которое реализует функциональность устройства, например, сбор данных и связь.

Существует несколько типов микроконтроллеров для приложений IoT, в том числе:

- **8-разрядные микроконтроллеры:** 8-разрядные микроконтроллеры являются самым простым типом микроконтроллеров и хорошо подходят для простых приложений IoT, требующих небольшой вычислительной мощности и памяти.
- **32-разрядные микроконтроллеры:** 32-разрядные микроконтроллеры обладают большей вычислительной мощностью и памятью по сравнению с 8-разрядными микроконтроллерами и хорошо подходят для более сложных приложений IoT.
- **Микроконтроллеры на базе ARM:** Микроконтроллеры на базе ARM – это тип 32-битных микроконтроллеров, использующих архитектуру ARM, которая широко применяется в мобильных устройствах и других встраиваемых системах.

При выборе микроконтроллера для IoT-устройства важно учитывать такие факторы, как вычислительная мощность, объем памяти, периферийные устройства ввода-вывода, энергопотребление и стоимость. Также важно учитывать средства разработки и поддержку, доступные для микроконтроллера, а также наличие уже существующих библиотек и программных компонентов, которые могут быть использованы в устройстве.

В заключение следует отметить, что микроконтроллеры – это интегральные схемы, объединяющие микропроцессор, память и периферийные устройства

ввода/вывода (I/O) в одном устройстве. Они широко используются в качестве блока управления для устройств Интернета вещей (IoT) благодаря своим компактным размерам, низкому энергопотреблению и низкой стоимости. При выборе микроконтроллера для устройства IoT важно учитывать такие факторы, как вычислительная мощность, объем памяти, периферийные устройства ввода/вывода, энергопотребление и стоимость, а также доступные для микроконтроллера средства разработки и поддержку.

Кроме того, при разработке IoT-устройства важно учитывать совместимость операционной системы (ОС) с микроконтроллером. Некоторые микроконтроллеры поддерживают операционные системы реального времени (RTOS), которые хорошо подходят для IoT-устройств, требующих обработки данных и связи в реальном времени, в то время как другие поддерживают операционные системы общего назначения (GPOS), такие как Linux или Android, которые больше подходят для устройств, требующих более сложных возможностей обработки данных и связи.

Безопасность также является важным фактором при разработке устройств IoT, поскольку эти устройства часто собирают, хранят и передают конфиденциальные данные. Микроконтроллеры обычно включают аппаратные функции безопасности, такие как шифрование и безопасная загрузка, для защиты от взлома и других угроз безопасности.

Еще одним важным аспектом, который необходимо учитывать, является масштабируемость, поскольку устройства IoT часто являются частью больших сетей, которые должны учитывать будущий рост. Микроконтроллеры, поддерживающие модульную конструкцию и имеющие гибкий интерфейс ввода-вывода, помогут обеспечить масштабируемость и упростить модернизацию или расширение устройства по мере необходимости.

В заключение следует отметить, что при разработке IoT-устройства с использованием микроконтроллера важно учитывать такие факторы, как совместимость с ОС, безопасность, масштабируемость, возможности обработки и передачи данных в режиме реального времени. Кроме того, аппаратные средства защиты могут помочь защитить от взлома и других угроз безопасности, а модульная конструкция и гибкие интерфейсы ввода-вывода помогут обеспечить масштабируемость и облегчить модернизацию или расширение устройства по мере необходимости.

Приводы в IoT

Датчики IoT играют важную роль в сборе данных, но для того, чтобы они были действительно полезны, эти датчики должны быть подключены к исполнительным механизмам, которые представляют собой компоненты, способные выполнять физические действия на основе входных данных от датчиков.

Приводы – это устройства, преобразующие электрическую или другие виды энергии в физическое движение или управление. В контексте Интернета вещей (IoT) приводы используются для выполнения действий на основе данных, собранных датчиками и обработанных подключенными устройствами.

Приводы могут использоваться в широком спектре приложений IoT, от домашней автоматизации до промышленного управления и робототехники. Например, в "умном доме" актуатор, такой как мотор или соленоид, может использоваться для управления открытием и закрытием дверей или окон, включения и выключения света и приборов или регулировки температуры в помещении.

В промышленной автоматизации приводы могут использоваться для управления движением роботов, конвейерных лент и других механизмов. Они также могут использоваться для управления потоком жидкостей, например, в клапанах и насосах, или для регулировки положения деталей в производственном процессе.

Приводами в IoT можно управлять с помощью различных средств, включая беспроводную связь, удаленный доступ и обратную связь с датчиками. Они могут питаться от электричества, батарей или других источников энергии, таких как сжатый воздух или гидравлическая жидкость.

Роль приводов в IoT заключается в обеспечении управления физическими системами на основе данных, собранных и обработанных датчиками и другими подключенными устройствами. Они являются важнейшим компонентом экосистемы IoT, обеспечивая новые уровни автоматизации, контроля и эффективности в широком спектре приложений.

Подготовка датчиков

Калибровка датчиков

Калибровка датчика – это процесс настройки датчика для обеспечения точного и последовательного измерения физического параметра, для обнаружения которого он предназначен. В контексте Интернета вещей (IoT) калибровка датчиков является важным моментом для обеспечения надежности и точности данных, собираемых датчиками.

Со временем факторы окружающей среды, такие как температура, влажность и другие, могут привести к отклонению датчиков от их первоначальной калибровки. Это может привести к неточностям в данных, собранных датчиком, что может повлиять на производительность и надежность всей системы IoT.

Для решения этой проблемы калибровка датчиков обычно выполняется на регулярной основе либо путем ручной настройки датчика, либо с помощью программного обеспечения для автоматической настройки. Этот процесс может включать в себя измерение известной физической величины с помощью калибровочного стандарта и регулировку выходного сигнала датчика для приведения его в соответствие с ожидаемым значением.

Частота калибровки датчика зависит от множества факторов, включая тип датчика, условия окружающей среды и требуемую точность данных. В некоторых случаях датчики могут быть самокалибрующимися или иметь встроенные функции калибровки, которые помогают поддерживать точность со временем.

Калибровка датчиков является важным моментом при разработке и внедрении систем IoT и играет важную роль в обеспечении точности и надежности данных, собранных датчиками.

Прогрев датчиков

Прогрев датчиков – это метод, используемый для смягчения влияния факторов окружающей среды, таких как температура и влажность, на точность и надежность датчиков в Интернете вещей (IoT). Когда датчик подвергается воздействию экстремальных температур, он может стать менее чувствительным или выдавать неточные показания. В некоторых случаях для поддержания оптимальных характеристик датчика в сложных условиях окружающей среды можно использовать подогрев датчика.

Прогрев датчика обычно включает в себя подачу небольшого количества тепла на чувствительный элемент или зону датчика для поддержания стабильной температуры. Это можно сделать с помощью небольшого нагревательного элемента

или путем пропускания тока через сам элемент датчика. Количество подаваемого тепла зависит от конкретных требований датчика и условий окружающей среды, в которых он используется.

В некоторых случаях прогрев датчика может использоваться для предотвращения образования конденсата на элементе датчика. Когда температура датчика опускается ниже точки росы, на его поверхности может образоваться влага, что приведет к неточным показаниям или повреждению самого датчика. Применяя небольшое количество тепла, можно поддерживать температуру датчика выше точки росы, предотвращая образование конденсата.

Прогрев датчика обычно реализуется как часть конструкции датчика и может управляться автоматически микроконтроллером или другим подключенным устройством в системе IoT. Конкретная реализация подогрева датчика зависит от типа датчика и условий окружающей среды, в которых он будет использоваться.

Прогрев датчиков является важным методом поддержания точности и надежности датчиков в IoT, особенно в сложных условиях окружающей среды. Подавая небольшое количество тепла на датчик, можно поддерживать его стабильную температуру, обеспечивая получение точных и надежных данных.

Что стоит за датчиками в IoT

- **Универсальность:** Датчики в IoT могут использоваться для измерения широкого спектра физических параметров, включая температуру, влажность, свет, звук, давление и движение. Такая универсальность позволяет использовать устройства IoT в широком спектре приложений, от домашней автоматизации до промышленной автоматизации.
- **Миниатюризация:** Датчики IoT становятся все меньше и компактнее, что позволяет интегрировать их в устройства и системы новыми и инновационными способами. Такая миниатюризация также позволяет устанавливать большое количество датчиков в одной системе, увеличивая объем данных, которые можно собрать и проанализировать.
- **Низкое энергопотребление:** Датчики IoT разработаны таким образом, что потребляют очень мало энергии, что позволяет питать их от небольших батарей или даже технологий сбора энергии, таких как солнечные батареи. Низкое энергопотребление позволяет использовать IoT-устройства в удаленных местах и в приложениях с ограниченным энергопотреблением.
- **Повышение точности:** датчики IoT становятся все более точными и надежными, что позволяет им предоставлять высококачественные данные, которые можно использовать для принятия обоснованных решений. Повышение точности также помогает снизить необходимость

ручного вмешательства и позволяет использовать IoT-устройства в приложениях, где высокая точность критически важна, например, в медицине или промышленности.

- **Интеграция с облачными вычислениями:** IoT-датчики все чаще интегрируются с облачными вычислительными платформами, что позволяет хранить, обрабатывать и анализировать собираемые ими данные в облаке. Такая интеграция позволяет проводить новые виды анализа и обработки данных, такие как машинное обучение и искусственный интеллект, на основе собранных данных.
- **Достижения в области беспроводной связи:** Датчики IoT используют технологии беспроводной связи, такие как Wi-Fi, Zigbee и LoRa, для передачи данных другим устройствам и системам. Эти технологии становятся все более совершенными и эффективными, позволяя датчикам IoT передавать данные на большие расстояния и с большей надежностью.
- **Экономическая эффективность:** Датчики IoT становятся все более экономичными, что облегчает организациям развертывание большого количества датчиков в своих системах. Эта экономическая эффективность также делает возможным разработку и внедрение новых типов приложений IoT, увеличивая влияние и охват IoT.
- **Повышенная взаимосвязанность:** Датчики IoT позволяют устройствам общаться друг с другом, создавая высокоустойчивую сеть устройств. Эта повышенная взаимосвязанность позволяет создавать новые типы приложений, такие как "умные" дома и города, где устройства могут работать вместе для повышения эффективности и сокращения отходов.
- **Повышение уровня автоматизации:** Датчики IoT позволяют повысить уровень автоматизации, снижая необходимость ручного вмешательства во многие процессы. Такая автоматизация повышает эффективность и надежность систем, а также позволяет создавать новые типы приложений, такие как автономные транспортные средства и промышленные роботы.
- **Улучшенный пользовательский опыт:** IoT-датчики предоставляют пользователям больше данных и информации, позволяя им принимать более взвешенные решения и лучше понимать окружающий мир. Улучшение пользовательского опыта также делает возможным разработку и внедрение новых типов приложений, таких как носимые устройства и интеллектуальные системы здравоохранения.
- **Мониторинг окружающей среды:** Датчики IoT используются для мониторинга окружающей среды, позволяя организациям собирать

данные о качестве воздуха и воды, популяции диких животных и других важных экологических параметрах. Эти данные помогают организациям принимать более эффективные решения о том, как сохранить и защитить окружающую среду.

- **Предиктивное обслуживание:** Датчики IoT используются для предиктивного обслуживания, позволяя организациям следить за состоянием оборудования и прогнозировать, когда потребуется техническое обслуживание. Это сокращает время простоя и повышает эффективность систем, а также позволяет создавать новые типы приложений, например, автономные роботы для технического обслуживания.

Датчики IoT играют ключевую роль в обеспечении большей автоматизации, взаимосвязанности и улучшении пользовательского опыта и оказывают значительное влияние на многие отрасли промышленности и на мир в целом.

При этом они становятся все более универсальными, миниатюрными, точными и экономически эффективными, что позволяет использовать их в широком спектре приложений и оказывать значительное влияние на мир.

Заключение

На данном занятии мы рассмотрели датчики и телеметрию в контексте IoT, как работает датчик и его состав, типы чувствительных элементов и примеры датчиков, а также что такое подготовка датчиков.

Домашнее задание

1. Придумать задачу для решения и устройство с датчиками, которое позволяет предложить решение для проблемы.