

УДК 681.586

## **ДАТЧИКИ ДВИЖЕНИЯ БЕСПРОВОДНОЙ СЕНСОРНОЙ СЕТИ И ИХ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ**

Маткурбанов Т. А., аспирант НГУ, I курс

Научный руководитель: Родионов А. С., д.т.н., доцент

ФГАОУ ВО «Новосибирский государственный университет» г. Новосибирск  
Российская Федерация, 630090, г. Новосибирск, Советский район,  
микрорайон Академгородок, ул. Пирогова, 1. E-mail: (t.matkurbanov@g.nsu.ru)

### *Аннотация*

В данной статье рассматриваются типы датчиков движения и вопрос энергопотребления в узлах беспроводных сенсорных сетей (БСС). Актуальность данной статьи в том, что датчики движения абсолютно необходимы во всех сферах мобильных и стационарных систем безопасности. С помощью беспроводных систем передачи данных можно создавать схемы, способные передавать полученные данные на большие расстояния, не причиняя вреда людям. Показано, что основным элементом, влияющим на увеличение вероятности возникновения неисправностей в сенсорных сетях, является ограниченность энергетических ресурсов узлов. Представлена методика расчета энергопотребления узлов и срока службы элементов питания.

### *Ключевые слова*

Инфракрасный датчик, Микроволновый датчик, Ультразвуковой датчик, Комбинированный датчик, беспроводные сенсорные сети,

### ***Обзор принципа работы, устройства, видов и областей применения датчиков движения***

Общий термин "детектор движения" объединяет различные технологии, используемые для обнаружения движения. Принципы их работы совершенно разные.

Если из термина "детектор движения" вывести используемую технологию, то название может даже ввести в некоторое заблуждение, в зависимости от типа детектора. Технически говоря, наиболее распространенный тип датчика движения реагирует не на движение, а на изменение температуры окружающей среды. Как правило, все датчики движения определяют движение по изменениям, обнаруженным в зоне обнаружения.

Датчики движения - это бесконтактные устройства, реагирующие на движение объектов в зоне обнаружения. Они широко используются в системах безопасности и в автоматизации различных процессов, таких как освещение и кондиционирование воздуха. Механику работы детекторов движения могут

понять только специалисты. Хотя это сложные устройства, они не очень сложны. [1]

#### *Области применения датчиков*

Области применения датчиков движения (ДД) очень разнообразны. Они необходимы для обнаружения нарушителей в охраняемых зонах и встречаются во всех типах систем сигнализации. Однако, помимо несанкционированного проникновения, они также могут обнаруживать утечки газа и жидкости, а также открывание и закрывание окон и дверей.

Детекторы движения инициируют процесс записи для автомобильных видеорегистраторов и сложных систем слежения. Они также могут быть установлены в энергосберегающих светильниках, чтобы обнаружить присутствие людей и включить свет. Умные системы кондиционирования воздуха выполняют аналогичную функцию. Наиболее чувствительные устройства называются "датчиками присутствия".

Датчиков движения обнаруживают изменения тепловых и волновых характеристик зоны обслуживания, которые признаются нормальными, если этот фон стабилен. Таким образом, если человек находится в контролируемой зоне в течение некоторого времени без движения, свет будет выключен. [2]

Высокочувствительные датчики присутствия обнаруживают даже незначительные изменения характеристик зоны обслуживания, и тот факт, что объект не движется, не является причиной для сброса системы. Таким образом, одна и та же задача выполняется более точно и более тщательно. По этой причине датчики присутствия являются более дорогими устройствами, и стоимость установленного оборудования также выше.

Существует несколько типов детекторы движения, которые отличаются способом обнаружения изменений в контролируемой области. Все они либо встроены в основной блок, либо являются отдельными съемными устройствами. [3]

#### *Инфракрасные.*

Инфракрасные детекторы движения являются наиболее распространенными пассивными детекторами движения. Большинство из них состоит из двух блоков.

- Монтажный блок.
- Аппаратное обеспечение.

Эти элементы соединены между собой подвижными шарнирами, которые позволяют корпусу поворачиваться и регулировать угол обзора обслуживаемой зоны. Плата управления и датчики расположены в аппаратном блоке.

- Пирозлектрический инфракрасный выполняет функцию обнаружения движения.

- Светочувствительный элемент - фоторезистор, который обнаруживает и оценивает интенсивность света.

- Полевые транзисторы, выполняющие функцию усилителя.

- Далее детекторы устанавливаются на оборудование, используемое в системе сигнализации.

Монтажные блоки используются для крепления оборудования и его подключения к источнику питания и другому оборудованию. В качестве примера можно привести прожекторы и устройства сигнализации. Также имеется блок управления для координации работы извещателя.

Принцип действия инфракрасных датчиков движения основан на обнаружении и регистрации теплового излучения, испускаемого объектами в зоне обслуживания. Пироэлектрические инфракрасные датчики состоят из прозрачной кварцевой пластины и керамического слоя. Современные бытовые модели имеют максимальную дальность обнаружения движения 12 м.

#### *Микроволновые.*

Как и инфракрасные датчики, микроволновые детекторы движения (MMS) непрерывно сканируют зону слежения. Однако принцип их работы отличается. Микроволновые датчики реагируют на изменения радиочастотного (иначе называемого микроволновым или СВЧ) фона. Датчик генерирует этот фон (поле).

Датчик постоянно излучает электромагнитные волны, которые, проникая через объект, отражаются обратно к датчику, изменяя характеристики волн. Датчик фиксирует это и посылает сигнал на управляющее оборудование, выполняющее такие функции, как освещение, кондиционирование воздуха и сигнализация. Важное различие между микроволнами и инфракрасным излучением заключается в том, что микроволны обнаруживают все объекты, включая теплокровных животных (людей и зверей) и рукотворные предметы и механизмы. Инфракрасное излучение обнаруживает только те объекты, которые способны излучать тепло. По принципу радара можно рассчитать и записать скорость обнаруженных объектов.

#### *Ультразвуковые (УЗ)*

Из названия следует, что они работают с помощью ультразвуковых волн. Такие датчики представляют собой устройства, состоящие из нескольких компонентов. Одним из них является ультразвуковой генератор. Он работает в непрерывном режиме и излучает звуковые волны с частотами в диапазоне 20-60 кГц. Эти звуковые волны проходят через зону трассировки и, если в зоне есть препятствие, отражаются обратно к преобразователю. В этот момент происходит регистрация изменения характеристик ультразвуковых волн. Затем автоматика активируется для выполнения заданной функции. Это может быть сделано путем подачи питания на систему освещения. Многие домашние животные воспринимают ультразвук и реагируют на него, часто негативно. По

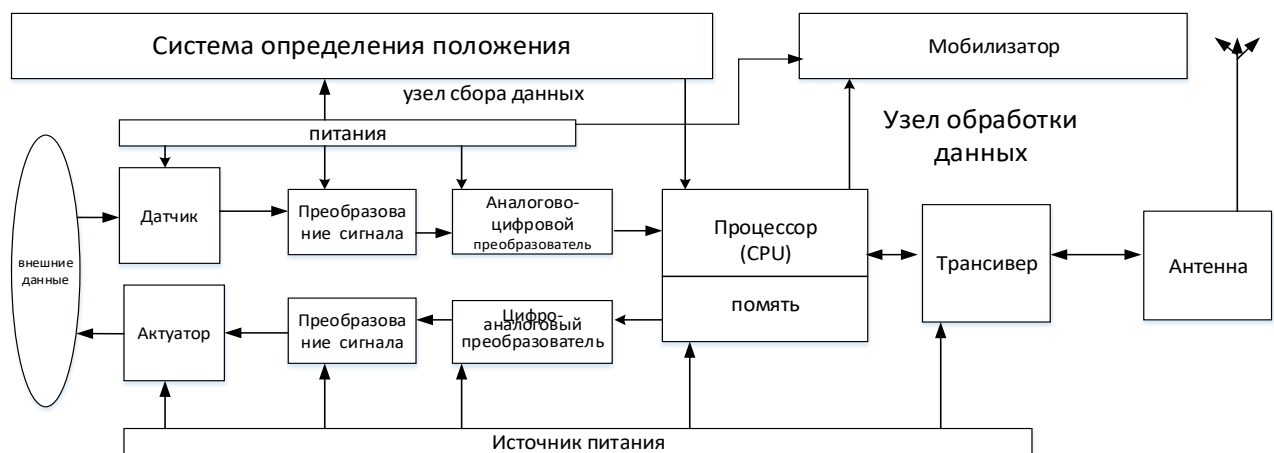
этой причине ультразвуковые детекторы не рекомендуется устанавливать в местах, где присутствуют животные.

*Комбинированные.*

Комбинированные датчики предназначены для использования преимуществ существующих датчиков: инфракрасных, микроволновых и ультразвуковых. Они также разработаны таким образом, чтобы минимизировать недостатки, присущие каждому из них. Например, микроволны, излучаемые микроволновым оборудованием, могут проникать через строительные конструкции (стены) и регистрировать помехи в соседних помещениях. Чтобы избежать такой ситуации, в одном устройстве объединяют два детектора - микроволновый и инфракрасный: если второй детектор не фиксирует изменения температурного фона контролируемой зоны, то помехи, регистрируемые первым детектором, не учитываются.

Комбинированные детекторы движения являются наиболее мощными и точными устройствами. Часто устанавливаемые на потолках, они могут обнаружить присутствие объектов с расстояния 10-12 м.

Датчики в беспроводных сенсорных узлах характеризуются различными целями, функциями и возможностями. Поэтому под давлением последних технологических достижений беспроводные сенсорные сети стали применяться в различных областях деятельности, например, в радиолокационных сетях, используемых для управления воздушным движением, метеостанциях, национальных электросетях и в военной сфере. Все эти системы используют специализированные компьютеры и протоколы связи и поэтому очень дороги. Однако в таких областях, как безопасность, здравоохранение и торговля, гораздо дешевле использовать беспроводные сенсорные сети, распространение которых ожидается в ближайшем будущем. Сенсорный узел - это плата, обычно размером менее одного кубического дюйма. Плата содержит процессор, флэши оперативную память, цифро-аналоговый и аналого-цифровой преобразователи, радиочастотный приемопередатчик, источник питания и различные датчики и исполнительные механизмы. Типичная схема сенсорного узла показана на рисунке 1[4].



### Рисунок 1. Обобщенная схема узла беспроводной сенсорной сети.

Чтобы проанализировать энергопотребление беспроводного сенсорного узла, рассмотрим его структуру. Он содержит датчики, воспринимающие данные из внешней среды, процессор, память, трансивер, антенной и источник питания Рисунок 1.

Конструкция сенсорных узлов вместе с построенной агент-ориентированной моделью сети накладывает ограничения на расчет энергопотребления самих узлов. Поэтому для расчета энергопотребления узла необходимо учитывать не только отдельные компоненты узла, но и сам узел и состояние каждого его элемента.

Как видно на рис. 1, энергия источника питания датчика беспроводной сенсорной сети расходуется на датчики питания, микроконтроллера с памятью, обрабатывающего информацию, полученную от датчиков и радиоприемника. Использование ресурсов, которые необходимо экономить в узле беспроводной сенсорной сети, позволяет учитывать исходную мощность источника питания и пропускную способность узла беспроводной сенсорной сети.

Потребление тока сенсорным узлом изменяется во времени в зависимости от фазы обработки запроса. Во время внутренней обработки он потребляет около 15 мА. Во время внутренней обработки узел потребляет около 15 мА, увеличиваясь до 20 мА во время прослушивания широкополосной передачи и 22 мА во время передачи сообщения. Все значения энергопотребления узла беспроводной сенсорной сети зависят от внутренней архитектуры самого узла. Как показано на рисунке 1, узел беспроводной сенсорной сети состоит из пяти основных компонентов. Процессор, приемопередатчик и память могут быть изготовлены на одном кристалле, что позволяет уменьшить размер и энергопотребление самого узла беспроводной сенсорной сети [5].

#### Список литературы:

1. Ашманов С. И., Сухачев П. С. Способ передачи движения субъекта из видео на анимированного персонажа. – 2019.
2. <https://stroy-t74.ru/stroitelstvo/datchik-dvizheniya-ustrojstvo-princip-dejstviya.html>
3. Мальцева Н. С., Зубова А. Д., Марышева И. Н. Анализ способов построения беспроводных сенсорных сетей //Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2018. – №. 2 (24). – С. 31-36.
4. Галкин П. В. Анализ энергопотребления узлов беспроводных сенсорных сетей //ScienceRise. – 2014. – Т. 2. – №. 2. – С. 55-61.
5. Мащенко Е. Н., Евсеева В. В. Анализ потребления энергии сенсорным узлом системы видеонаблюдения //Информационные технологии и

информационная безопасность в науке, технике и образовании" ИНФОТЕХ-  
2017". – 2017. – С. 96-100.