

Проектирование, сборка и отладка бесконтактного инфракрасного термометра на базе микроконтроллера Arduino Nano

Автор: педагог объединения «Электроникум»
МБУ ДО ДДЮТ «Планета талантов» г.о. Лобня
Буравцов Сергей Михайлович

Любое физическое тело, имеющее температуру выше абсолютного нуля (0° по шкале Кельвина или около -273°C), является источником электромагнитного излучения в ИК диапазоне. При этом интенсивность такого излучения пропорциональна собственной температуре тела. Это свойство лежит в основе бесконтактного измерения температуры объектов с использованием датчиков инфракрасного излучения (ИК-датчики). Принцип работы ИК-датчиков основан на измерении уровня электромагнитных волн в инфракрасном диапазоне, излучаемых объектом.

На практике, при измерении температуры по уровню инфракрасного излучения тела, необходимо учитывать, что интенсивность излучения кроме собственно температуры, зависит так же от характеристик поверхности, с которой производится измерение. Количественно зависимость выражается коэффициентом излучения, показывающим соотношение излучения реального объекта, имеющего определенный тип поверхности, с излучением «абсолютно черного тела», имеющего максимальную интенсивность испускаемого излучения.

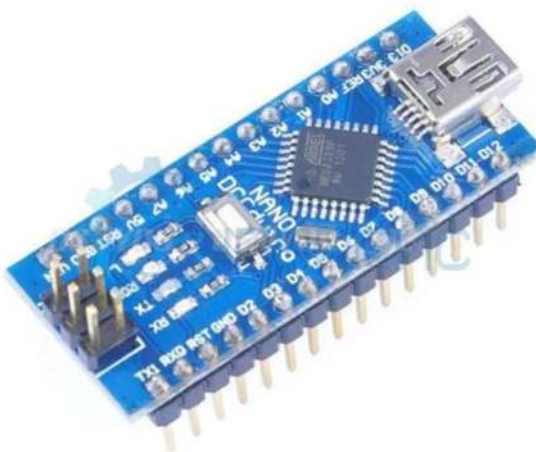
При производстве ИК-датчиков их калибруют по образцу с коэффициентом излучения около 0,99. Реально измеряемые объекты могут иметь поверхности с коэффициентами излучения значительно отличающимися от этого значения. Например, для блестящих металлических поверхностей коэффициент отражения очень низок и составляет порядка 0,04 - 0,1; для бумаги – 0,55; для хлопковых тканей – 0,85. Для кожи человека коэффициент излучения составляет 0,95 - 0,97. Значение данного коэффициента излучения необходимо учитывать при расчете температуры по данным получаемым от ИК-датчика.

В конструкции бесконтактного термометра для контроля температуры тела человека применен модуль измерения температуры на основе ИК-датчика типа mlx90614.



Данный модуль измеряет сигнал, поступающий с ИК-датчика, одновременно измеряется текущая температура окружающей среды. По полученным данным рассчитывается температура контролируемого объекта. Результаты преобразуются встроенным процессором в цифровой код и передаются по двухпроводному интерфейсу типа I2C.

Окончательную обработку результатов измерения температуры и вывод информации на индикатор осуществляет микроконтроллер Arduino Nano.



Алгоритм обработки данных в микроконтроллере включает в себя учет коэффициента отражения поверхности измеряемого объекта. Для получения стабильных показаний производится несколько последовательных измерений (5 измерений в течение 1,5 с) и расчет их среднего значения, которое выводится на индикатор.

Кроме того, учитывая, что измерение температуры происходит на открытых участках тела человека (лоб, запястье), необходимо корректировать полученные значения в соответствии с привычными измерениями ртутным термометром под мышкой, где значения температуры тела выше на 1,5 - 2 градуса.

Результаты измерения выводятся индикатор, состоящий из трех светодиодных 7-сегментных модулей.



Достоинством данного индикатора является хорошая «читаемость» данных независимо от внешнего освещения. К недостаткам можно отнести достаточно большую потребляемую мощность. В связи с этим, питание электронного термометра осуществляется от внешнего сетевого адаптера. Питание от сетевого адаптера от сети 220В также позволяет избежать неточностей измерения и частой замены батарей питания.

На этапе окончательной отладки бесконтактный термометр был отградуирован для значений нормальной температуры тела человека в диапазоне 36,0 – 37,0°C. Точность измерения составляет $\pm 0,1^\circ$.

