

УДК: 631.171.519.685**ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО
МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ В АГРОЭКОСИСТЕМАХ****Туркменова Шодияхон Норкуловна - ассистент****Арифбаев Бахтиёр Джамшидович - студент****Национальный исследовательский университет “ТИИИМСХ”**

Аннотация. В данной статье были изучены спектр электромагнитных волн и длина волны влияющие на разные объекты. Были рассмотрены применение инфракрасных датчиков. А также рассмотрены и выбрано инфракрасный датчик. Для объекта была создана принципиальная схема и решена схематические вопросы по управлению инфракрасного датчика. А так же была создана код управление за состоянием объекта и составлена блок схема алгоритма.

Ключевые слова: инфракрасное излучение, спектр, длина волны, температура, датчик, термография, спектроскопия, мониторинг, резонанс.

Введение. Инфракрасное (ИК) излучение занимает важное место в спектре электромагнитных волн и находит широкое применение в различных областях науки и техники. ИК-излучение характеризуется длиной волны в диапазоне от 700 нм до 1 мм. ИК-излучение широко используется в медицине для термографии, которая позволяет обнаруживать опухоли и воспаления, анализируя температурные аномалии. В промышленности ИК-излучение применяется для контроля качества материалов и мониторинга процессов сушки. Инфракрасную область спектра условно разделяют на короткую, среднюю и длинноволновую область (рис.1) [1]. Организм человека излучает инфракрасные лучи с максимальной интенсивностью в диапазоне от 900 до 1150 нм, поэтому самым “родным” теплом для человека является длинноволновой диапазон с длиной волны до 2000 нм. Именно в этом диапазоне происходит наиболее эффективное резонансное поглощение теплового излучения.

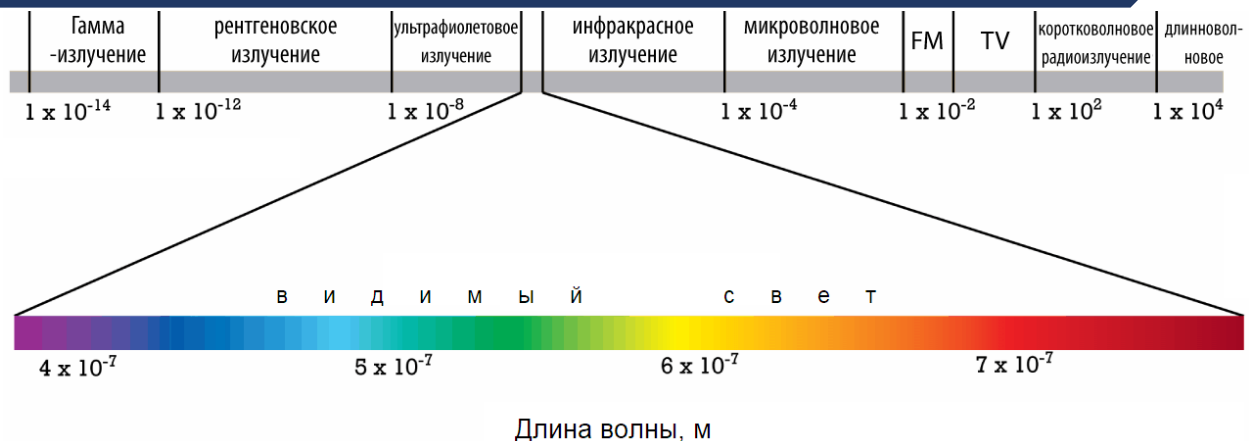


Рис.1. Длина волны разных типов электромагнитного излучения

Мощным естественным источником инфракрасного тепла является Солнце. Именно в инфракрасном диапазоне Солнце излучает 50% своей энергии. От 70 до 80% энергии в виде тепла излучают лампы накаливания. Весьма мощным источником инфракрасного излучения является угольная электрическая дуга с температурой около 1000 С. Для лучевого обогрева помещений применяют спирали из нихромовой проволоки, с температурой нагрева более 800 С. Для лучшей направленности инфракрасного излучения такие нагреватели снабжаются отражателями.

Постановка задач. Все инфракрасные термометры для измерения используют физическое явление внутреннего излучения тел. Все тела имеют молекулы, которые движутся, если разогреты. От них же исходит излучение, которое и перехватывает датчик. Это излучение - один из видов электромагнитного излучения - инфракрасное. Чем теплее объект, тем больше излучения (после определенного порога возможно излучение видимого света) [2]. Мониторинг состояния растений с помощью инфракрасного датчика - это эффективный способ оценки здоровья растений и оптимизации полива. Для решение этих проблем входят несколько задач: 1. Измерение температуры листьев растений. 2. Сравнение температуры с температурой окружающей среды для определения состояния растения. 3. Автоматизация полива на основе полученных данных.

Решение задач. Бесконтактный датчик температуры MLX90614. Это инфракрасный датчик с бесконтактным считыванием температуры, используется для дистанционного измерения температуры объекта, обрабатывая инфракрасное излучение от него. Датчик может считывать температуру как покоящихся, так и движущихся объектов (рис.2).

В корпусе объединены ИК детектор (MLX81101) и микросхема обработки сигнала (MLX90302). Благодаря применению малошумящего усилителя, 17-битного АЦП и мощного DSP процессора датчики имеют высокую точность и разрешение. Результатом измерений является усредненная температура всех объектов, попадающих в рабочую область датчика. Точность стандартных моделей составляет $-0,5^{\circ}\text{C}$, а точность моделей для медицинского применения (MLX90614ESF-DCI) доходит до $0,2^{\circ}\text{C}$.



Рис.2. Инфракрасный датчик MLX90614

Технические характеристики	
Сенсор	MLX90614
Напряжение питания	3-5 В
Протокол	I2C
Измеряемая температура	от -70 до 380°C
Измерение собственной температуры	$-40 + 125^{\circ}\text{C}$
Точность измерения	$0,5^{\circ}\text{C}$
Потребление тока	2 мА в активном режиме, 2,5 мА в режиме настройки.

Термометр MLX90614 - бесконтактный инфракрасный термометр с диапазоном измерения от -70 до 380 градусов Цельсия. Возможно также измерение собственной температуры (от -40 до 125 градусов).

Термометр управляется и выдаёт показания по интерфейсу, совместимому с ИС и SMBus (разрешение - $0,02$ градуса). Возможна настройка на постоянную выдачу ШИМ-сигнала по линии SDA, пропорционального показаниям (10 бит, шаг - $0,14$ градуса) (рис.3).

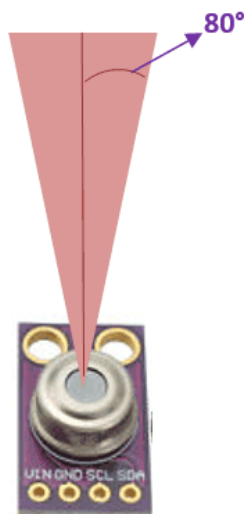


Рис.3. Радиус обхвата инфракрасного датчика MLX90614

Потребление модуля - 2 мА в активном режиме, 2,5 мА в режиме настройки. Каждый датчик имеет I2C адрес по умолчанию 0x5A, но очень может быть изменен, это является одним из главных преимуществ датчика. Посредством конфигурации адреса можно добавлять до 127 датчиков к одной шине и получать широкую температурную карту. ШИМ выход конфигурируется по шине SMBus, его тяжело использовать с микроконтроллером, но очень удобен для использования датчика для прямого управления реле или другим устройством срабатывания. ШИМ сигнал может быть легко настроен на любой требуемый диапазон посредством изменения содержания двух EEPROM ячеек [3]. ШИМ выход также может быть настроен как термореле в приложениях, где датчик используется как термостат или сигнализатор пороговой температуры (рис.4). Пороги срабатывания настраиваются пользователем программным методом [4].

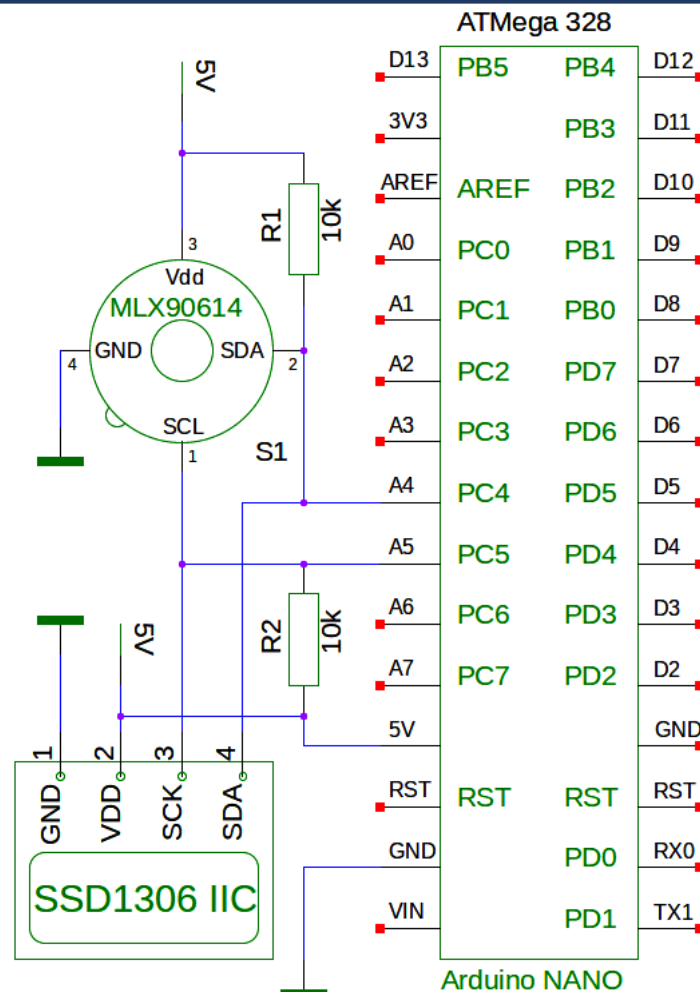


Рис. 4. Принципиальная схема подключения инфракрасного датчика MLX90614

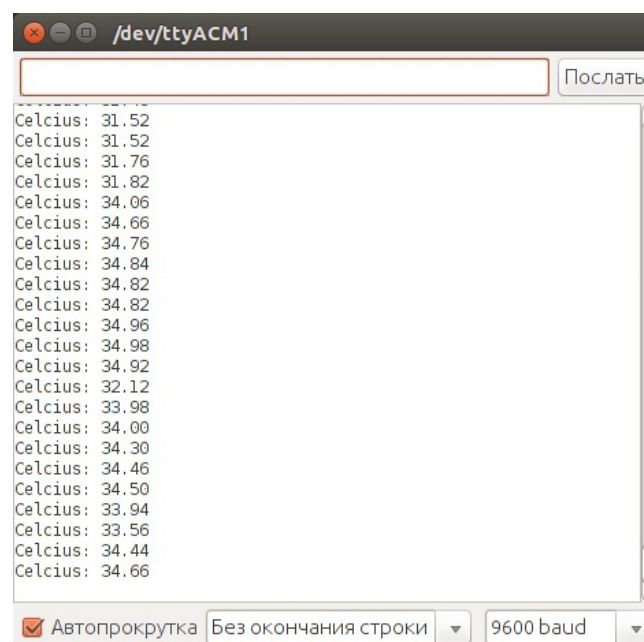


Рис. 5. Интерфейс программы работы инфракрасного датчик MLX90614

Код на языке программирования C++

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_MLX90614.h>
#include <DHT.h>
#define DHTPIN 2
#define DHTTYPE DHT22
#define RELAY_PIN 8
Adafruit_MLX90614 mlx = Adafruit_MLX90614();
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  mlx.begin();
  dht.begin();
  pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);
  digitalWrite(RELAY_PIN, LOW);
}
void loop() {
  double plantTemp = mlx.readObjectTempC();
  float airTemp = dht.readTemperature();
  float humidity = dht.readHumidity();
  if (isnan(airTemp) || isnan(humidity)) {
    Serial.println("Ошибка считывания с DHT!");
    return;
  }
  Serial.print("Температура листа: ");
  Serial.print(plantTemp);
  Serial.print(" °C, Температура воздуха: ");
  Serial.print(airTemp);
  Serial.print(" °C, Влажность: ");
  Serial.print(humidity);
  Serial.println(" %");
  if (plantTemp > airTemp + 5) {
    Serial.println("Полив: Включение насоса");
    digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);
    delay(10000);
    digitalWrite(RELAY_PIN, LOW);
  }
}
```

```

}
delay(5000);
}

```

Код использует 14246 байт (46%) памяти устройства. Всего доступно 30720 байт (рис.5). Глобальные переменные используют 341 байт (16%) динамической памяти, оставляя 1707 байт для локальных переменных. Максимум: 2048 байт. Решение любой задачи на ЭВМ необходимо разбить на следующие этапы: разработка алгоритма решения задачи, составление программы решения задачи на алгоритмическом языке, ввод программы в ЭВМ, отладка программы (исправление ошибок), выполнение программы на ПК, анализ полученных результатов (рис.6).

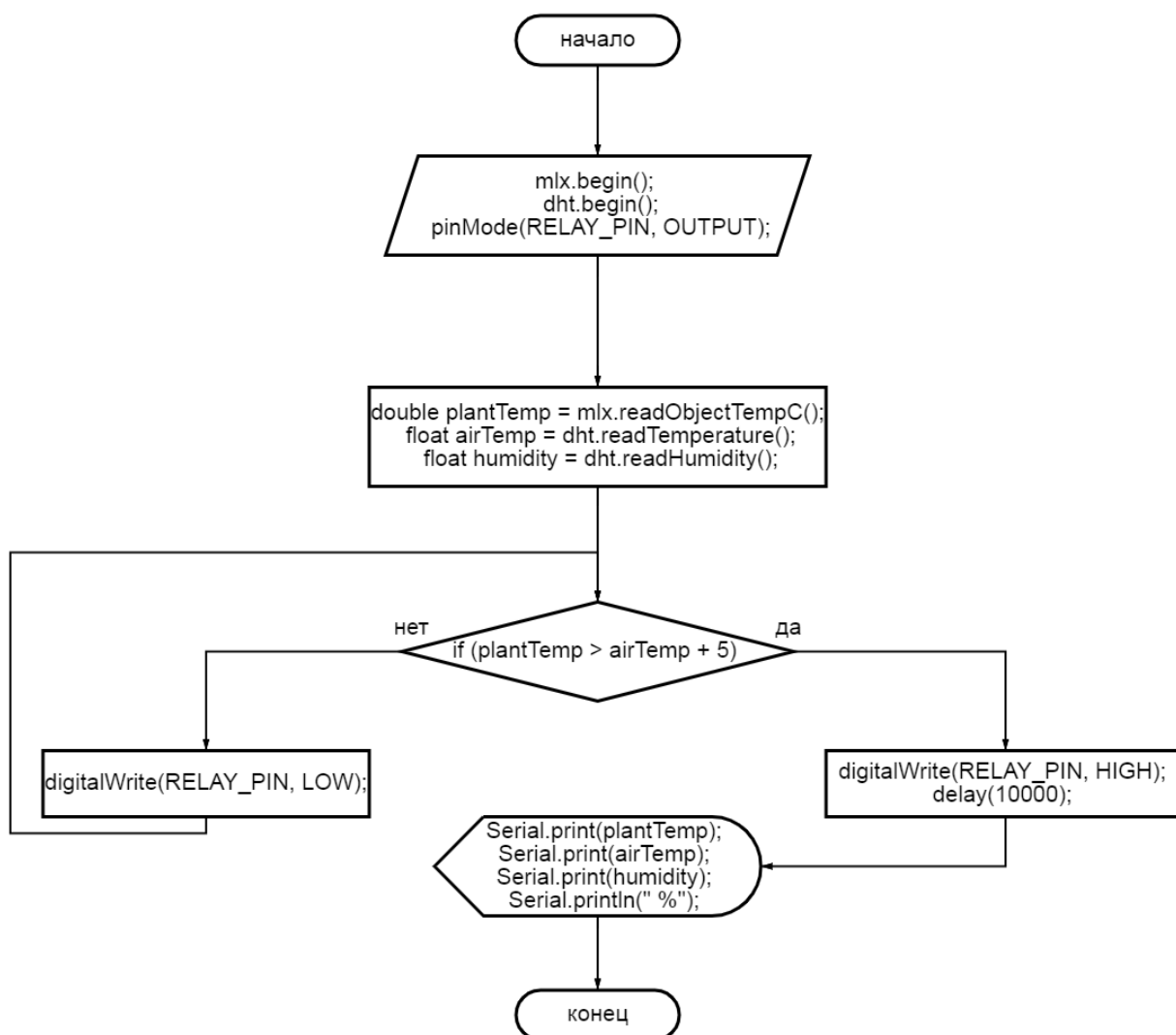


Рис.6. Блок-алгоритм управления объекта

Разработка алгоритма решения задачи - это разбиение задачи на последовательно выполняемые этапы, причем результаты выполнения предыдущих этапов могут использоваться при выполнении последующих.

При этом должны быть четко указаны как содержание каждого этапа, так и порядок выполнения этапов. Отдельный этап алгоритма представляет собой либо другую, более простую задачу, алгоритм решения которой известен (разработан заранее), либо должен быть достаточно простым и понятным без пояснений. И для данной объект управление создана схема, код управления и алгоритм управления.

Вывод. Инфракрасное излучение играет значительную роль в различных областях науки и техники благодаря своим уникальным свойствам. Понимание законов, описывающих ИК-излучение, позволяет эффективно применять его в медицине и промышленности. Была создана код управления и блок-алгоритм управления для работы инфракрасного датчик MLX90614. В результате чего можно видеть мониторинг состояния растений с помощью инфракрасного датчика - это эффективный способ оценки здоровья растений и оптимизации полива. Били решены несколько вопросов: 1. Измерение температуры листьев растений. 2. Сравнение температуры с температурой окружающей среды для определения состояния растения. 3. Автоматизация полива на основе полученных данных.

Использованная литература:

1. Планк, М. “Краткий курс теории термодинамики”. М.: Наука, 1985.
2. Гельфанд, И. М. “Классическая теория излучения”. М.: Издательство МГУ, 2002.
3. Хейл, Дж. “Инфракрасная термография: методы и приложения”. Нью-Йорк: Wiley, 2010.
4. Гидденс, Э. “Спектроскопия и её применение в медицине”. Лондон: Springer, 2015.