

УДК: 631.171.519.685

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС МОНИТОРИНГА  
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАСТЕНИЙ В ТЕПЛИЧНЫХ  
УСЛОВИЯХ**

Юнусова Сайёра Тошкенбоевна -доцент

Хуррамова Раъно Ибрагимовна -доцент

Ташкентский государственный технический университет

Ташкентский университет информационных технологий

**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

длинной волны до 2000 нм. Именно в этом диапазоне происходит наиболее эффективное резонансное поглощение теплового излучения.

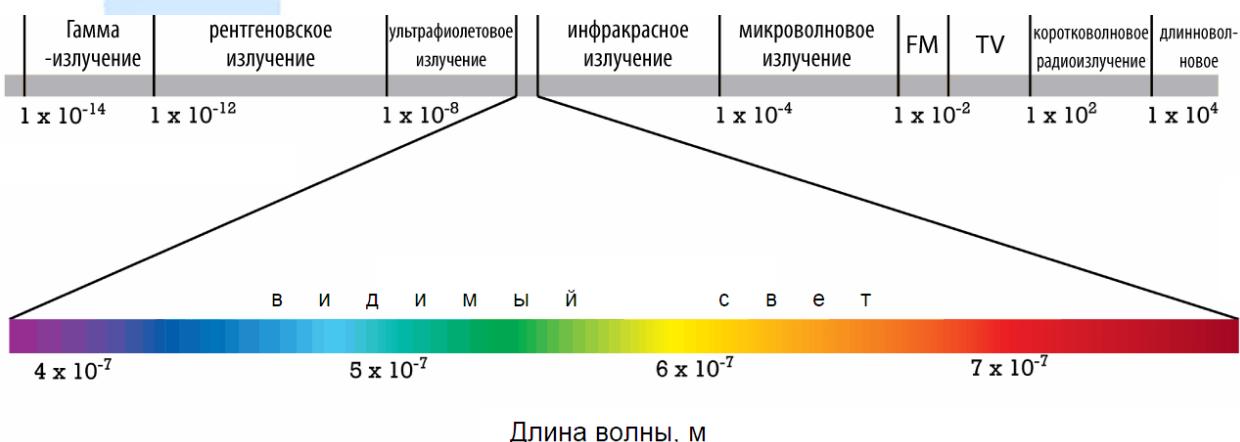


Рис.1. Длина волны разных типов электромагнитного излучения

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 никромовой 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 решения 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 от  $0.2^{\circ}\text{C}$ .



Рис.2. Инфракрасный датчик MLX90614

Технические характеристики	
Сенсор	MLX90614
Напряжение питания	3-5 В
Протокол	I2C
Измеряемая температура	от $-70$ до $380^{\circ}\text{C}$
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 управляет и выдаёт показания по интерфейсу, совместимому с ПС 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).

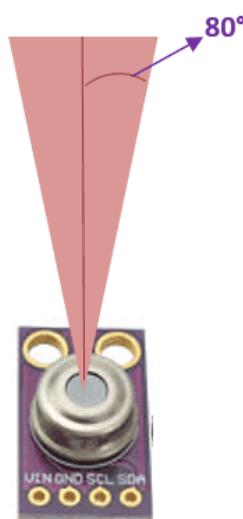


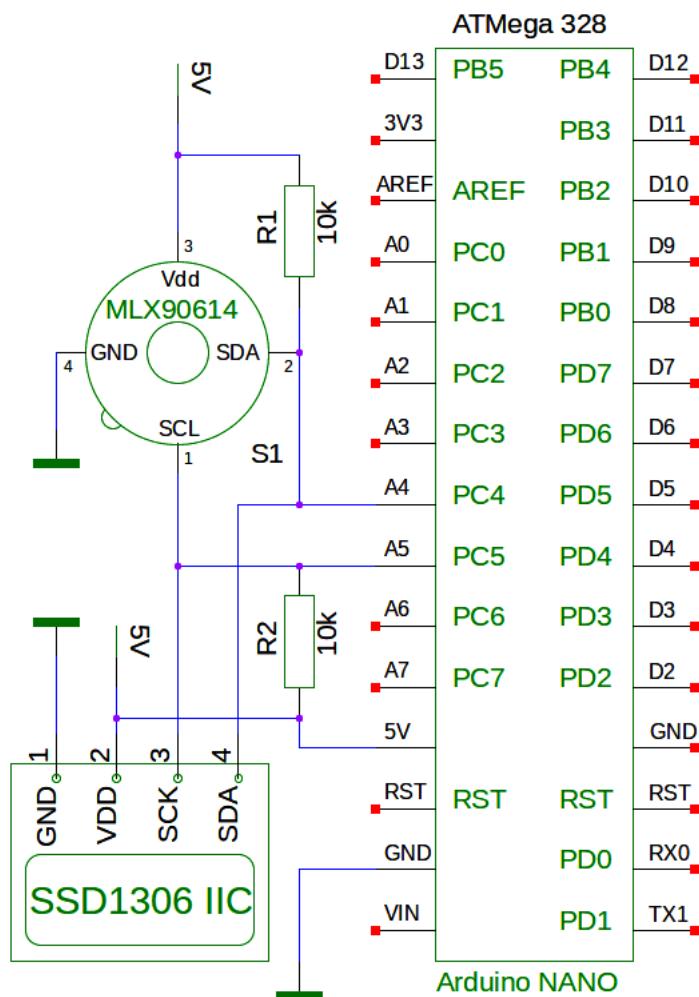
Рис.3. Радиус обхвата инфракрасного датчика MLX90614

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 поверх 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

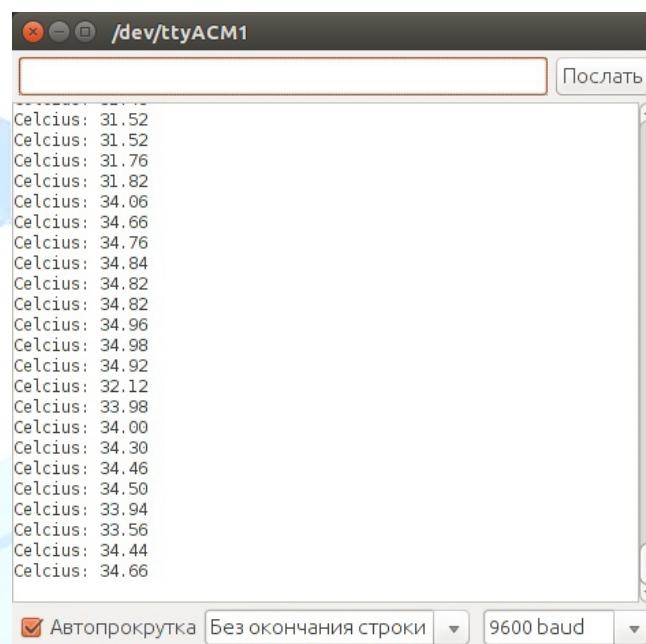


Рис. 5. Интерфейс программы работы инфракрасного датчик MLX90614

#### 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.).

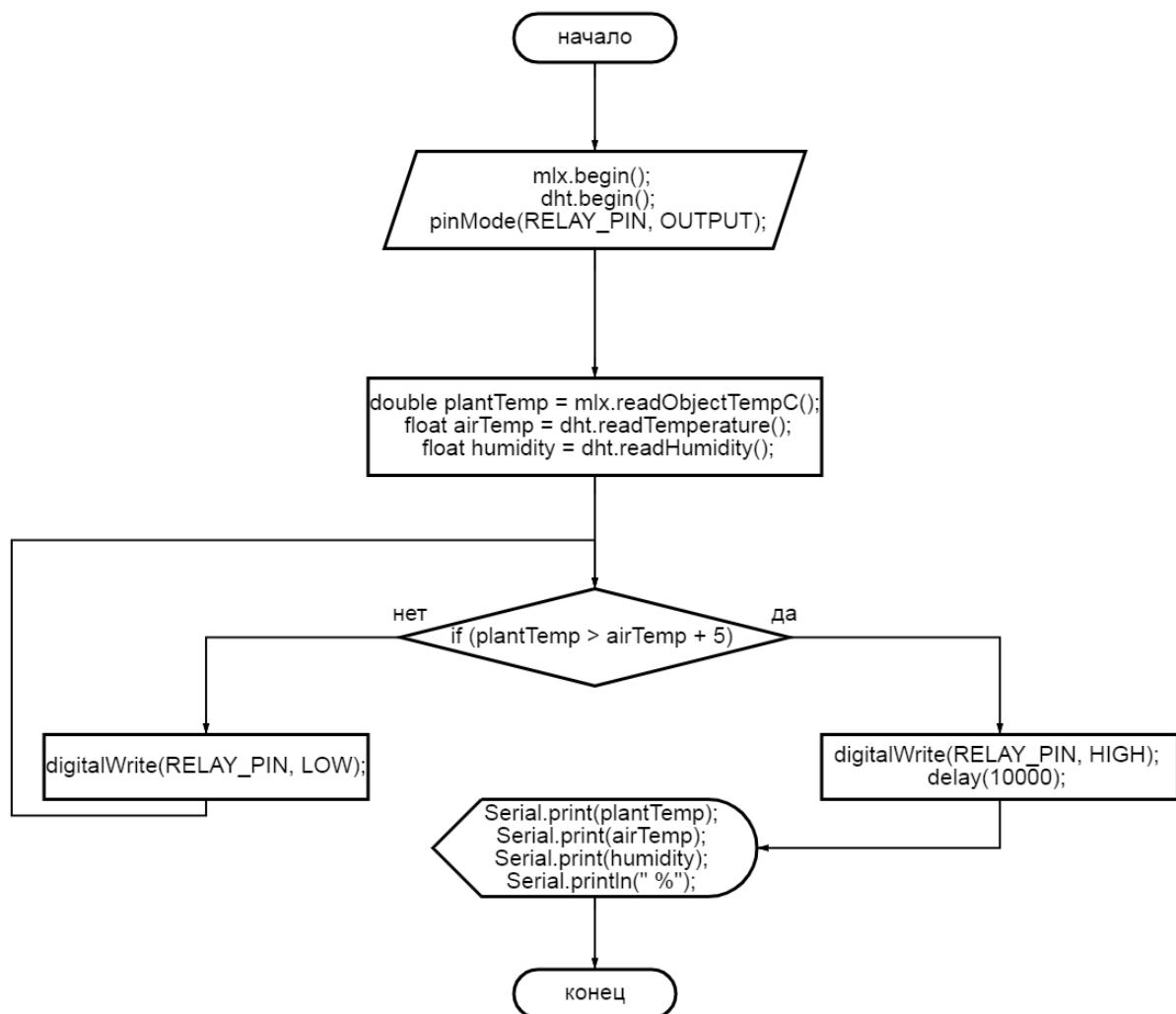


Рис.6. Блок-алгоритм управления объекта.

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 управления 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 датчика MLX90614. В результате чего можно видеть мониторинг состояния растений с помощью инфракрасного датчика — это эффективный способ оценки здоровья растений и оптимизации полива. Были 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.