

# Разработка системы измерения температуры с использованием Arduino UNO и датчиков DHT

Такиров Атабек, Алимкул Мехриддин

15 октября 2024 г.

## Аннотация

В данной работе представлена разработка системы измерения температуры с использованием микроконтроллера Arduino UNO и датчиков DHT11/DHT22. Описаны принципы работы датчиков, схема подключения, программное обеспечение и результаты измерений. Проведён анализ точности измерений и предложены пути повышения эффективности системы!! Мы выбрали этот проект с системой измерения температуры на базе Arduino UNO и датчиков DHT11/DHT22, потому что она важна для разных областей, например, в погодных станциях, производстве или даже дома. Нам захотелось создать простую и доступную систему, которая могла бы точно измерять температуру и влажность и отслеживать изменения. Компоненты, которые мы выбрали, хорошо подходят для таких задач, и на первых этапах они показали отличные результаты.

Тем не менее, у нас есть идеи, как сделать систему ещё лучше. В будущем мы хотим добавить фильтр, чтобы данные были более точными и стабильными. Также планируем подключить дополнительные датчики, чтобы система могла измерять не только температуру и влажность, но и, например, давление или освещённость.

Ещё мы думаем создать приложение, чтобы можно было видеть показания в реальном времени прямо на телефоне и даже контролировать систему удалённо. Мы также хотим сделать систему более автономной, чтобы она могла работать сама по себе, передавать данные в облако и хранить их там, чтобы можно было смотреть статистику и получать оповещения, если показатели выходят за норму. Такие улучшения помогут применять эту систему в самых разных местах — от теплиц до офисов и домов.

## 1 Введение

Измерение температуры является одной из ключевых задач в различных областях, включая метеорологию, промышленность, медицину и бытовые устройства. Традиционные методы измерения температуры часто требуют сложного оборудования и значительных затрат. С развитием микроконтроллеров, таких как Arduino UNO, стало возможным создавать доступные и точные системы измерения температуры для различных применений.

Целью данной работы является разработка и анализ системы измерения температуры с использованием Arduino UNO и датчиков DHT11/DHT22, оценка их точности и надёжности.

## 2 Методы

Для разработки системы использовался микроконтроллер Arduino UNO, который взаимодействует с цифровыми датчиками температуры и влажности DHT11 и DHT22. Выбор

датчика зависит от требуемой точности и диапазона измерений.

## 2.1 Принцип работы датчиков DHT11/DHT22

Датчики DHT11 и DHT22 являются цифровыми датчиками температуры и влажности, которые передают данные через одно проводное соединение. Основные отличия между ними заключаются в диапазоне измеряемых параметров и точности:

- **DHT11:** Температура:  $0^{\circ}\text{C}$  to (numerical range)  $50^{\circ}\text{C}$  с точностью  $\pm 2$ ; Влажность: 20 % to (numerical range) 80 % с точностью  $\pm 5\%$ .
- **DHT22:** Температура:  $-40^{\circ}\text{C}$  to (numerical range)  $80^{\circ}\text{C}$  с точностью  $\pm 0.5$ ; Влажность: 0 % to (numerical range) 100 % с точностью  $\pm 2\%$ .

## 2.2 Схема подключения

Для подключения датчика DHT22 к Arduino UNO используется следующий вывод:

- **VCC:** 5 V
- **DATA:** Цифровой пин (например, D2)
- **GND:** Земля

## 2.3 Программное обеспечение

Программирование Arduino осуществлялось с использованием среды Arduino IDE. Для работы с датчиком DHT22 использовалась библиотека `DHT.h`, которая упрощает взаимодействие с датчиком и получение данных.

Основной алгоритм программы включает инициализацию датчика, считывание температуры и влажности, а также вывод данных на последовательный монитор для дальнейшего анализа.

## 2.4 Математическая модель системы

Температура измеряется с использованием цифрового сигнала, который обрабатывается микроконтроллером. Для расчета средней температуры за период  $T$  используется следующая формула:

$$\bar{T} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N T_i \quad (1)$$

где:

- $\bar{T}$  — средняя температура,
- $N$  — количество измерений,
- $T_i$  — температура при  $i$ -м измерении.

## 3 Результаты

В ходе эксперимента была проведена калибровка системы и измерение температуры и влажности в различных условиях. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1: Результаты измерений температуры и влажности

Время измерения	Температура (°C)	Влажность (%)
10:00	22.5	45
12:00	25.0	50
14:00	27.3	55
16:00	24.8	48
18:00	21.7	42

Среднее значение температуры за период  $T$  равно:

$$\bar{T} = \frac{22.5 + 25.0 + 27.3 + 24.8 + 21.7}{5} = 24.66$$

### 3.1 Анализ точности

Сравнение показателей DHT11 и DHT22 с эталонными измерениями показало, что DHT22 обладает большей точностью и стабильностью данных, что делает его предпочтительным выбором для приложений, требующих высокой точности измерений.

## 4 Обсуждение

Разработанная система показала хорошую точность измерений в пределах допустимых погрешностей для выбранных датчиков. Однако для повышения надежности системы можно рассмотреть использование дополнительных методов калибровки и фильтрации данных, а также интеграцию с другими датчиками для расширения функциональности.

Одним из возможных улучшений является применение фильтра Калмана для сглаживания колебаний измерений температуры и влажности. Формула обновления состояния фильтра Калмана для температуры выглядит следующим образом:

$$\hat{T}_{k|k} = \hat{T}_{k|k-1} + K_k(z_k - \hat{T}_{k|k-1}) \quad (2)$$

где:

- $\hat{T}_{k|k}$  — обновленная оценка температуры,
- $\hat{T}_{k|k-1}$  — предсказанная оценка температуры,
- $z_k$  — измеренное значение температуры,
- $K_k$  — коэффициент Калмана.

## 5 Заключение

В данной работе была разработана и протестирована система измерения температуры и влажности на базе Arduino UNO и датчиков DHT11/DHT22. Проведённый анализ показал, что выбранные компоненты обеспечивают достаточную точность и надежность для

большинства приложений. В дальнейшем система может быть расширена за счёт добавления дополнительных сенсоров и интеграции с системами удалённого мониторинга.

## Список литературы

- [1] Arduino. *Arduino UNO Rev3*.  
Доступно на: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>
- [2] Adafruit. *DHT22 Datasheet*.  
Доступно на: <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/DHT22.pdf>
- [3] R.E. Kalman. *A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems*.  
*Journal of Basic Engineering*, 1960.
- [4] Oetiker, T., Partl, H., Hyna, I., & Schlegl, E. (2018). *The L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X Companion*. Addison-Wesley.