

Разработка даталоггера температуры и влажности на Arduino Nano для учебной лаборатории с последующей визуализации в MS Excel

Болтовский Гавриил Александрович

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

Целью статьи является описание простого и воспроизводимого даталоггера температуры и относительной влажности для учебной лаборатории с последующей визуализацией результатов в Excel. Методика включает сбор данных с цифрового датчика, запись рядов в формате CSV на карту памяти с метками времени и обработку в Excel с применением скользящего среднего и трендлайнов для выделения отклика на короткие возмущения микроклимата. Результатом является наглядный графический материал и готовый шаблон учебного эксперимента, пригодный для занятий по информатике и физике.

Ключевые слова: Arduino Nano, DHT22, DS3231, CSV, температура, влажность, Excel, учебная лаборатория

Development of a temperature and humidity data logger on Arduino Nano for a training laboratory with subsequent visualization in MS Excel

Boltovsky Gavriil Alexandrovich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Abstract

The purpose of this article is to describe a simple and reproducible temperature and relative humidity data logger for a training laboratory, with subsequent visualization of the results in Excel. The methodology includes collecting data from a digital sensor, recording time-stamped CSV files on a memory card, and processing them in Excel using moving averages and trend lines to highlight responses to short microclimate disturbances. The result is clear graphical material and a ready-made template for a training experiment suitable for computer science and physics classes.

Keywords: Arduino Nano, DHT22, DS3231, CSV, temperature, humidity, Excel, training lab

1 Введение

1.1 Актуальность исследования

Дешёвые микроконтроллерные платформы позволяют быстро поставить наблюдение за параметрами микроклимата и сразу показывать полный цикл «сняли, сохранили, построили график». Такой формат ускоряет вход в работу с данными, не требует сложного софта и даёт наглядный материал для

обсуждения динамики температурно-влажностного режима в реальном помещении. Практическая ценность в том, что весь протокол воспроизводится в любой учебной аудитории, а обработка выполняется в привычном Excel.

1.2 Обзор исследований

В исследованиях, посвящённых применению микроконтроллеров Arduino в образовательных и прикладных проектах, отмечается их значительный потенциал для организации учебных лабораторий. П.С.Черёмухин рассматривает [1] Arduino в контексте радиоэлектроники и интернета вещей, подчёркивая удобство использования платформы для проектной деятельности учащихся. Автор акцентирует внимание на практическом обучении программированию и работе с сенсорами, что формирует основу для создания учебных даталоггеров.

С. А. Кульмамиров и А. Аманкулова демонстрируют [2] применение датчиков и исполнительных механизмов на платформе Arduino в задаче интеллектуального полива растений. В статье описываются аспекты автоматизированного сбора и обработки данных о влажности, а также интеграция этих данных в систему управления. Представленный опыт может быть адаптирован для учебных экспериментов по измерению микроклиматических параметров.

И. В. Лебедев и Б. М. Медведев анализируют [3] разработку демонстрационных проектов на базе Arduino в рамках концепции интернета вещей. Авторы подчеркивают методическую ценность создания простых воспроизводимых макетов, пригодных для интеграции в образовательный процесс, что напрямую соотносится с задачами подготовки лабораторных заданий по физике и информатике.

В свою очередь, А. Р. Махмутов, А. М. Вульфин и К. В. Миронов рассматривают [4] вопросы автономности конечных устройств интернета вещей, включая особенности энергопотребления и варианты аппаратных конфигураций. Эти результаты значимы для построения учебных даталоггеров, где требуется длительная регистрация параметров без постоянного подключения к источнику питания.

1.3 Цель исследования

Цель исследования состояла в создании и описании простого даталоггера температуры и влажности для учебной аудитории с сохранением данных в CSV и визуализацией в Excel в формате готового учебного эксперимента.

1.4 Постановка задачи

В работе были сформулированы и решены задачи по конструированию измерительного узла, обеспечению непрерывной регистрации параметров среды с фиксированным шагом, проведению сеанса наблюдений с контролируемым кратковременным возмущением и подготовке графической

визуализации, позволяющей сопоставить действие и отклик без обращения к специализированным инструментам анализа.

2 Методы исследования

Датчик температуры и относительной влажности подключался к микроконтроллерному узлу, откуда значения опрашивались через фиксированный интервал и записывались в файл CSV с меткой времени. Для временной привязки использовался реальный таймер, что снижало дрейф хода часов при длительных измерениях.

Схема устройства приведена в таблице (табл. 1).

Таблица 1 – Схема подключения microSD-модуля, DS3231 и DHT22 к Arduino Nano (ATmega328P)

Узел	Пин модуля	Назначение	Пин Arduino Nano
MicroSD-модуль	VCC	Питание	5V
MicroSD-модуль	GND	Земля	GND
MicroSD-модуль	CS (SS)	Выбор устройства	D10
MicroSD-модуль	MOSI	Данные к карте	D11 (MOSI)
MicroSD-модуль	MISO	Данные от карты	D12 (MISO)
MicroSD-модуль	SCK (SCLK)	Тактирование SPI	D13 (SCK)
RTC DS3231 (I ² C)	VCC	Питание	5V
RTC DS3231 (I ² C)	GND	Земля	GND
RTC DS3231 (I ² C)	SDA	Данные I ² C	A4 (SDA)
RTC DS3231 (I ² C)	SCL	Такт I ² C	A5 (SCL)
DHT22 (AM2302)	VCC	Питание	5V
DHT22 (AM2302)	GND	Земля	GND
DHT22 (AM2302)	DATA	Цифровой выход	D2

Исходный код прошивки доступен в репозитории проекта [5].

Визуализация выполнялась в Excel: данные импортировались как таблица. На построенных линейных графиках температуры и относительной влажности за 40 минут (шаг 5 с) виден устойчивый участок до воздействия, резкое изменение в момент открытия окна и последующая плавная релаксация к новому уровню: температура падает, влажность возрастает. Такой вид кривых позволяет без дополнительной обработки отделить фон от отклика и точно зафиксировать момент внешнего воздействия.

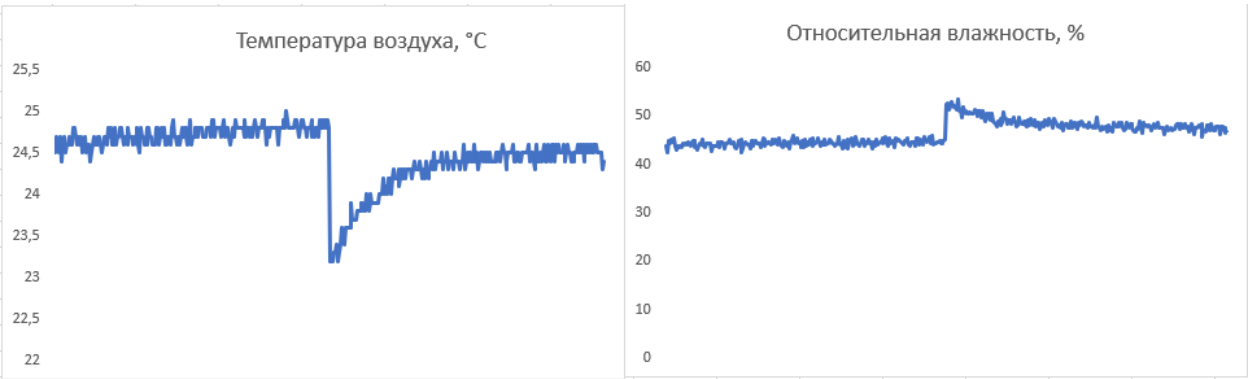


Рисунок 1 – Пример оформления графиков в Excel

3 Результаты и обсуждения

В типичном 40-минутном сеансе с шагом дискретизации 5–10 с регистрировались два знаковых эффекта: плавный дрейф показаний на фоне естественных колебаний и выраженный скачок при кратковременном открытии окна, за которым следовала экспоненциальная релаксация к новому уровню. Добавление трендлайна позволяло показать характер затухания (рис. 2). Для воспроизводимости данные сохранялись в CSV с явными разделителями и датой-временем, что упрощало перенос результатов между машинами и повторную обработку.

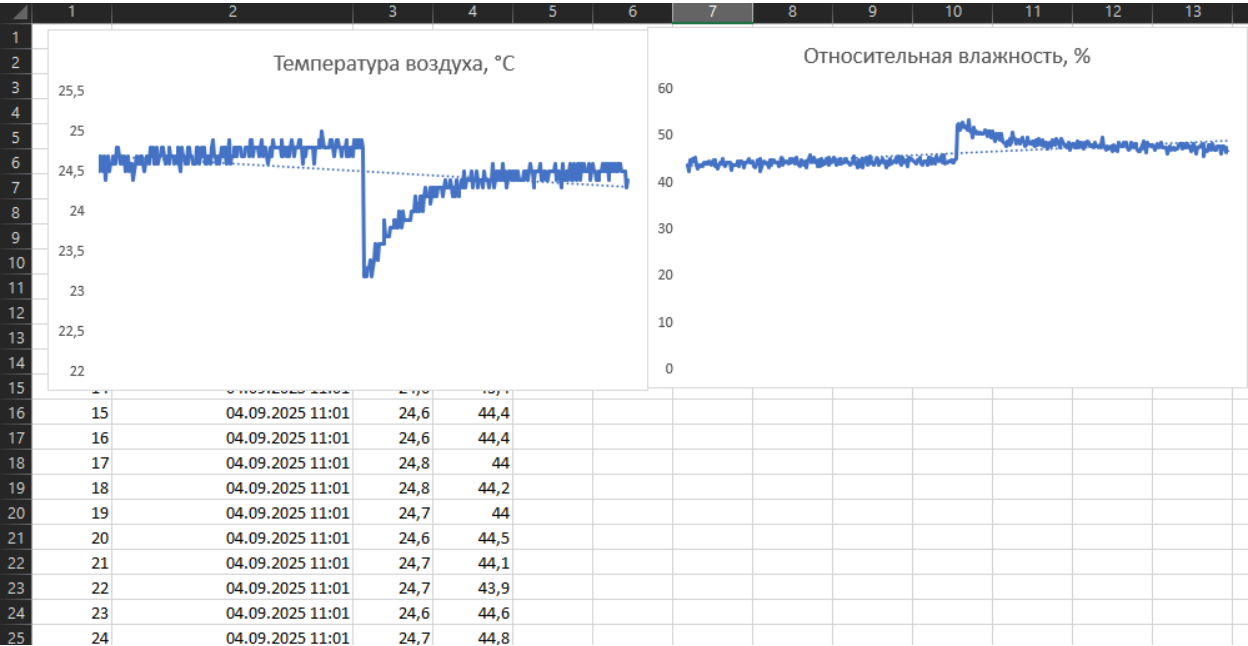


Рисунок 2 – Фрагмент CSV и график температурного и влажностного рядов

Для оценки нагрузки на носитель и выбора шага дискретизации была построена укрупнённая оценка объёма файла: при трёх полях (время, температура, влажность) и длине строки порядка 30–40 байт час логгирования с шагом 5 с давал 720–960 строк, то есть около 25–40 КБ. Этого достаточно, чтобы хранить длительные сессии на любой карте памяти и без проблем импортировать в электронную таблицу. Подобные объёмы и форматы

поддерживаются типовыми библиотеками регистрации данных и учебными примерами по логгированию с метками времени.

Применение внешнего RTC с температурной компенсацией уменьшает накопленную погрешность хода часов при длительных запусках, что полезно для склейки данных из разных дней. Для учебных целей такая стабильность облегчает совместный разбор нескольких сеансов и сопоставление кривых по абсолютному времени.

4 Выводы

Предложенный подход обеспечивает быстрый и наглядный учебный эксперимент по динамике температуры и влажности.

Библиографический список

1. Черёмухин П. С. Микроконтроллерная радиоэлектроника Arduino. Интернет вещей // Перспективные средства организации инновационной проектной деятельности. 2020. С. 145-160.
2. Кульмамиров С. А., Аманкулова А. Проект интернет вещей для интеллектуального полива растений датчиками и актуаторами на платформе Arduino // Синергия Наук. 2021. №. 59. С. 260-275.
3. Лебедев И. В., Медведев Б. М. Разработка демонстрационных проектов для устройства интернета вещей на базе Arduino // Современные технологии в теории и практике программирования. 2021. С. 105-106.
4. Махмутов А. Р., Вульфин А. М., Миронов К. В. Исследование возможностей автономной работы конечных устройств интернета вещей // Системная инженерия и информационные технологии. 2023. Т. 5. №. 1 (10). С. 41-47.
5. GitHub dht22-excel-logger URL:
<https://github.com/Gavriilbolt/Ardurobo/tree/master/dht22-excel-logger> (дата обращения: 03.04.2025).