

Научная статья
УДК 004.7+621.391:551.501.9
ББК 32.844.150.2:26.23
Т 34
DOI: 10.53598/2410-3225-2022-2-301-78-83

Особенности реализации автономной метеостанции на базе микроконтроллера ESP32
(Рецензирована)

**Семен Васильевич Теплоухов¹, Кирилл Андреевич Кузьмин²,
Кирилл Васильевич Седой³**

^{1,2,3} Адыгейский государственный университет, Майкоп, Россия

¹ tepl_sv@adygnet.ru

² ka4okyza@ya.ru

³ setrikcs39@gmail.com

Аннотация. Зачастую для получения актуальных метеоданных пользователь принимает решение использовать собственную метеостанцию. Однако это требует учета нескольких важных особенностей: необходимость беспроводной передачи получаемых данных, удаленный доступ к сведениям, автономность используемой метеостанции с точки зрения электропитания. В связи с этим в работе рассмотрены особенности реализации подобной автономной метеостанции на базе микроконтроллера ESP32, которые позволяют оценить целесообразность и эффективность применения такого решения.

Ключевые слова: метеостанция, солнечные панели, микроконтроллер, ESP32

Original Research Paper

Features of the implementation of an autonomous weather station based on the ESP32 microcontroller

Semen V. Teploukhov¹, Kirill A. Kuzmin², Kirill V. Sedoy³

^{1,2,3} Adyghe State University, Maikop, Russia

¹ tepl_sv@adygnet.ru

² ka4okyza@ya.ru

³ setrikcs39@gmail.com

Abstract. Often, in order to obtain up-to-date weather data, the user decides to use his own meteorological installation. However, this requires taking into account several important features: the need for wireless transmission of obtained data, remote access to information, and the autonomy of the weather station used in terms of power supply. In this regard, the paper considers the features of the implementation of such an autonomous weather station based on the ESP32 microcontroller, which will allow us to evaluate the feasibility and efficiency of using such a solution.

Keywords: weather station, solar panels, microcontroller, ESP32

Введение

Существует множество задач и областей, в которых активно применяются метеорологические данные, то есть данные о погодных условиях в конкретной местности в определенное время [1, 2]. При этом получить точные сведения от федеральной служб-

бы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды или ее официальных представителей не всегда представляется возможным. В связи с этим пользователь может принять решение о применении и внедрении собственной метеостанции. Данный подход может применяться, например, в условиях удаленности от крупных поселений, местности со сложным рельефом и затрудненным доступом и т.д. Наличие подобных затрудняющих факторов приводит к необходимости использования метеостанции с возможностью удаленной передачи данных с применением современных цифровых датчиков, а также автономности устройства с точки зрения электропитания. В связи с этим актуальным является исследование особенностей реализации подобной автономной метеостанции.

Структура метеостанции

Существует множество вариантов реализации автономной метеостанции. Рассмотрим один из них, который базируется на популярном микроконтроллере ESP32 [3]. Основная особенность таких контроллеров – их малая цена, а также наличие совмещенного модуля WiFi и Bluetooth в компактном форм-факторе. Данный микроконтроллер функционирует на частоте 2,4...2,5 ГГц и обладает средним током потребления в 80 мА без беспроводной передачи данных [4].

При реализации метеостанции важно определить перечень показателей, которые будут измеряться и передаваться пользователю. В качестве основных параметром выбраны: температура и влажность воздуха, скорость ветра. Для измерения скорости ветра было спроектировано отдельное устройство – анемометр [5, 6], который функционирует на основе датчика Холла SS41 [7]. Для измерения же температуры и влажности воздуха выбран цифровой датчик DHT11.

В процессе функционирования разрабатываемой метеостанции требуется учитывать ряд особенностей:

- необходимо сохранять данные на флэш-карту для дальнейшего анализа;
- важно передавать данные с датчиков по WiFi пользователю в реальном времени;
- устройство должно функционировать в течение некоторого времени автономно, то есть на аккумуляторах или сторонних источниках питания.

Принципиальная схема такого устройства представлена на рисунке 1.

В рамках данной схемы также были рассмотрены следующие элементы:

1. GSM-модуль SIM800 – служит для передачи данных в условиях отсутствия WiFi соединения, а также для уведомления пользователя через SMS. Данный элемент является необязательным в рамках конечного устройства [8].

2. Стабилизатор напряжения для защиты устройств от перегрузки по току и также предназначен для увеличения срока службы аккумуляторов.

3. Модуль зарядного устройства TP4056 – для зарядки аккумуляторов от солнечных панелей.

4. Комплект солнечных панелей для автономности проектируемой метеостанции. Применение таких панелей позволит обеспечить долгую автономную работу устройства. Однако существенно увеличивает стоимость системы. Важно, что целесообразность долгой автономной работы зависит от задач, которые формулируются заказчиком [9, 10].

Таким образом, применение подобных элементов в рамках автономной метеостанции позволит получать актуальные данные пользователю (рис. 2), который территориально может быть расположен очень далеко.

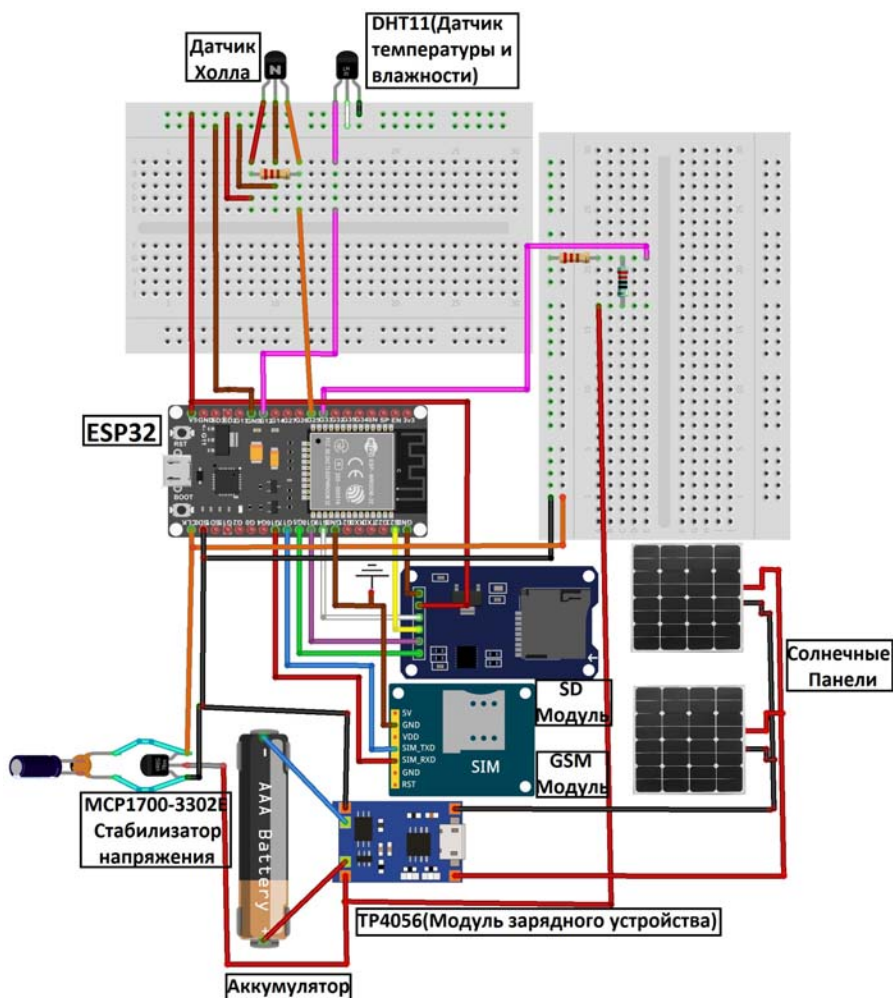


Рис 1. Принципиальная схема автономной метеостанции
 Fig. 1. Schematic diagram of autonomous weather station

	Дата	Скорость ветра	Температура	Влажность
1	31.01.2022 21:00	1	1.0	52
2	31.01.2022 18:00	4	3.5	44
3	31.01.2022 15:00	4	6.5	26
4	31.01.2022 12:00	4	6.6	28
5	31.01.2022 09:00	1	2.0	44
6	31.01.2022 06:00	1	-1.2	45
7	31.01.2022 03:00	2	0.1	40
8	31.01.2022 00:00	2	0.0	42
9	30.01.2022 21:00	1	-0.5	54
10	30.01.2022 18:00	1	1.5	50

Рис. 2. Данные, полученные от реализованной метеостанции
 Fig. 2. Data obtained from the implemented weather station

Расчет автономности проектируемой системы

Для оценки автономности проектируемой метеостанции необходимо описать потребляемую мощность всех отдельных элементов и учесть емкость различных видов аккумуляторов. Так, в качестве основных рассмотрим следующие типы: батарейка типа «Крона», аккумулятор 18650 [11].

Рассмотрим потребляемый ток для каждого устройства (табл. 1).

Таблица 1

Потребляемый ток активных элементов метеостанции

Table 1. Current consumption of the active elements of the weather station

№	Наименование	Значение, мА
1.	Микроконтроллер ESP32	Без активного WiFi и Bluetooth – 80 С активным WiFi и Bluetooth – 160–260 (среднее 200)
2.	Датчик влажности и температуры DHT11	0,3–0,5
3.	Датчик Холла SS41	20
4.	GSM-модуль SIM800	20–2000 (среднее 300)
5.	Модуль SD-карт	0,2–200 (среднее 100)
	Итого:	620,5

Средний потребляемый ток всех устройств системы при активной передаче данных через WiFi или GSM составляет 620,5 мА. Это позволяет оценить среднее время работы всей системы при условии, что емкость батарейки типа «Крона» составляет 625 мА·ч, а аккумулятора – 18650–2500 мА·ч.

Тогда время работы системы от одной батарейки «Крона» составит около часа при активной загрузке и передаче данных. В случае же одного аккумулятора 18650 – около 4 часов. Поэтому целесообразно использовать более емкие аккумуляторы или существенно сократить частоту передачи данных.

Альтернативой служит применение портативных солнечных панелей. Зачастую можно найти панели размером 160*90 мм с выходным напряжением 5 В и рабочим током 400 мА. Использование двух таких панелей с применением нескольких аккумуляторов позволит системе автономно функционировать долгое время. Важно отметить, что применение таких панелей может быть затруднено в сложных погодных условиях, например, в дождливую погоду и зимой. В этом случае потребуются дополнительные средства для обеспечения бесперебойной работы метеостанции.

Заключение

В ряде ситуаций для получения актуальных метеосведений пользователь может применять собственную метеостанцию с возможностью беспроводной передачи данных. Для этого в рамках такой системы необходимо предусмотреть следующие элементы: цифровые датчики; GSM-модуль и контроллер с WiFi модулем; запись на SD-карту и контроллер заряда аккумулятора.

В рамках работы представлен подход к расчету времени работы такой метеостанции от аккумулятора 18650 и батарейки «Крона». Сделан вывод о том, что при необходимости частой передачи данных и автономности работы системы требуется применять альтернативные средства заряда аккумуляторов – портативные солнечные панели. Их применение позволит пользователю получать актуальные данные в течение долгого времени при условии отсутствия сложных погодных условий.

Таким образом, предложен подход к реализации автономной метеостанции на основе микроконтроллера ESP32, который позволит пользователю дистанционно получать большой перечень метеоданных с территориально удаленных объектов.

Примечания

1. Васильев А.А., Вильфанд Р.М. Прогноз погоды. Москва: Изд-во Гидрометцентра, 2008. 62 с.
2. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология: учебник. Москва: Наука, 2006. 584 с.
3. Кэмерон Н. Электронные проекты на основе ESP8266 и ESP32. Москва: ДМК Пресс, 2022. 456 с.
4. ESP32 Series Datasheet. URL: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf (access date: 10/05/2022).
5. Buchatskiy P.Yu., Teploukhov S.V., Onishchenko S.V. Software and hardware complex for evaluating the potential of wind and solar energy // Proceedings – 2020: International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing. ICIEAM 2020. 2020. P. 556–559.
6. Бучацкий П.Ю., Онищенко С.В., Платонов А.С. Разработка программно-аппаратного комплекса измерения скорости ветра на платформе Arduino // Дистанционные образовательные технологии: материалы IV всероссийской научно-практической конференции, 2019. 522 с.
7. Datasheet SS41. URL: <https://static.chipdip.ru/lib/932/DOC011932127.pdf> (access date: 10/05/2022).
8. SIM800 hardware design v1.08. URL: <https://static.chipdip.ru/lib/724/DOC002724293.pdf> (access date: 10/05/2022).
9. Control of an autonomous energy complex with renewable energy sources, taking into account the type of input information uncertainty / V.S. Simankov, P.Yu. Buchatskiy, A.V. Shopin, S.V. Teploukhov, V.V. Buchatskaya // Proceedings of 2021. 4th International Conference on Control in Technical Systems (CTS). IEEE, 2021. P. 252–255.
10. Solar Cell. URL: https://www.gearbest.com/other-camping-gadgets/pp_262086.html?lkid=11392313 (access date: 10/05/2022).
11. Контроль качества литий-ионных аккумуляторов / Д.В. Бессонов, С.Г. Алексеев, С.Н. Шкерин, Е.С. Гурьев // Вестник НЦБЖД. 2021. № 1 (47). С. 68–73.

References

1. Vasilyev A.A., Vilfand R.M. Weather forecast. Moscow: Publishing House of the Hydrometeorological Center, 2008. 62 p.
2. Khromov S.P., Petrosyants M.A. Meteorology and climatology: a textbook. Moscow: Nauka, 2006. 584 p.
3. Cameron N. Electronic projects with the ESP8266 and ESP32. Moscow: DMK Press, 2022. 456 p.
4. ESP32 Series Datasheet. URL: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf (access date: 10/05/2022).
5. Buchatskiy P.Yu., Teploukhov S.V., Onishchenko S.V. Software and hardware complex for evaluating the potential of wind and solar energy // Proceedings – 2020: International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing. ICIEAM 2020. 2020. P. 556–559.
6. Buchatskiy P.Yu., Onishchenko S.V., Platonov A.S. Development of a software and hardware complex for measuring wind speed on the Arduino platform // Remote educational technologies: proceedings of the 4th Russian scientific and practical conference, 2019. 522 p.
7. Datasheet SS41. URL: <https://static.chipdip.ru/lib/932/DOC011932127.pdf> (access date: 10/05/2022).
8. SIM800 hardware design v1.08. URL: <https://static.chipdip.ru/lib/724/DOC002724293.pdf> (access date: 10/05/2022).
9. Control of an autonomous energy complex with renewable energy sources, taking into account the type of input information uncertainty / V.S. Simankov, P.Yu. Buchatskiy, A.V. Shopin,

S.V. Teploukhov, V.V. Buchatskaya // Proceedings of 2021. 4th International Conference on Control in Technical Systems (CTS). IEEE, 2021. P. 252–255.

10. Solar Cell. URL: https://www.gearbest.com/other-camping-gadgets/pp_262086.html?lkid=11392313 (access date: 10/05/2022).

11. Quality control of lithium-ion batteries / D.V. Bessonov, S.G. Alekseev, S.N. Shkerin, E.S. Guryev // Bulletin of NTsBZhD. 2021. No. 1 (47). P. 68–73.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 11.05.2022; одобрена после рецензирования 10.06.2022; принята к публикации 11.06.2022.

The article was submitted 11.05.2022; approved after reviewing 10.06.2022; accepted for publication 11.06.2022.

© С.В. Теплоухов, К.А. Кузьмин, К.В. Седой, 2022