

Использование искусственного интеллекта и адаптивных систем позволит персонализировать образование и настроить его под индивидуальные потребности каждого ученика. Виртуальная и дополненная реальность будут создавать более интерактивные и погружающие образовательные среды, которые помогут учащимся лучше понимать и запоминать учебный материал. Интеграция информационных технологий в различные предметные области и дисциплины будет способствовать более глубокому и широкому пониманию материала, а также развитию навыков работы с технологиями.

#### Список литературы

1. Стрекалова Н.Б. Влияние информационных технологий на качество учебного процесса // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2017. № 6. С. 48-53.
2. Преображенский А.П., Чопоров О.Н. Оптимизация учебного процесса на основе использования информационных технологий // Russian Journal of Education and Psychology. 2017. № 4-2. С. 243-246.
3. Аветисян Т.В., Преображенский А.П. О проблемах использования технологий дистанционного обучения в образовательном процессе // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2023. № 1(44). С. 96-98.
4. Аветисян Т.В., Преображенский А.П., Преображенский Ю.П. О некоторых характеристиках дистанционного обучения // Исследования в современной науке: Материалы Международной научно-практической конференции (Краснодар, 30 марта 2023 года). Краснодар: ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России Краснодарский ЦНТИ – филиал ФГБУ «РЭА» Минэнерго России, 2023. С. 7-9.
5. Преображенский Ю.П., Преображенская Н.С., Львович И.Я. Медиакомпетентность современного педагога // Среднее профессиональное образование. 2013. № 12. С. 43-45.

### ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ СБОРА ДАННЫХ ПРИ ПОМОЩИ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ESP32

Асватуриянц Д.Г.,

*Донской государственный технический  
университет, Ростов-на-Дону,  
e-mail: dimaasvat@gmail.com*

В настоящее время сбор данных при помощи микроконтроллеров становится все более

популярным методом исследования в различных научных областях. Особенно важное значение имеет сбор данных во многих областях научных исследований. Выбор данной темы исследования обусловлен актуальностью развития методов сбора и передачи данных [1].

В данном исследовании необходимо оценить возможности использования микроконтроллера ESP32 для сбора данных с заданными параметрами.

#### Материалы и методы исследования

Для оценки возможностей необходимо ответить на следующие вопросы:

во-первых, возможно ли достичь требуемой частоты считывания данных при помощи ESP32, во-вторых, какие технические и программные решения необходимо принять для передачи данных в программу MATLAB [4].

Ответы на поставленные исследовательские вопросы определяют возможность использования микроконтроллера ESP32 для сбора данных с заданными параметрами, в частности, для проверки возможности использования микроконтроллера в системах сбора данных с оцифровкой значений с заданной частотой, поступающих на аналоговый вход микроконтроллера, и последующей передачей полученных данных в пакет прикладных программ MATLAB [3].

Исследование целесообразно разделено на несколько этапов:

- этап 1 – подготовка исходного сигнала,
- этап 2 – подготовка входа оцифровки сигнала,
- этап 3 – сбор полученных данных,
- этап 4 – отправка данных в MATLAB,
- этап 5 – получение и обработка данных.

#### Результаты исследования и обсуждение

В качестве макета был выбран микроконтроллер ESP32 (рис. 1).

Микроконтроллер ESP32 – это высокоинтегрированное устройство на базе процессора Xtensa LX6, разработанное компанией Espressif Systems.

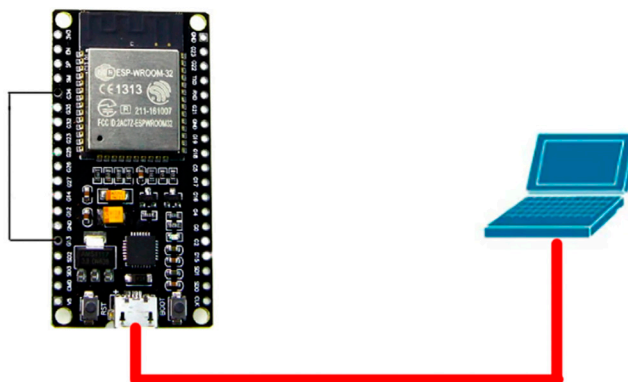


Рис. 1. Структурная схема эксперимента

Он обладает встроенным Wi-Fi и Bluetooth, что делает его очень удобным для создания различных беспроводных устройств и систем связи. ESP32 также имеет мощные периферийные устройства, такие как аналоговые и цифровые входы/выходы, поддержку различных интерфейсов связи (SPI, I2C, UART) и низкое энергопотребление, а для реализации поставленной цели исследования была написана программа на языке C++ [2,3].

Физически 13 вывод был подключен к 34 выводу этого же микроконтроллера.

На этапе 1 осуществлено формирование исходного сигнала в форме синусоиды с помощью специальных алгоритмов и программно-обеспечения.

Алгоритм генерации синусоидального сигнала [7] представляет собой программный код на языке C++, который вычисляет значения для синусоиды в диапазоне от 0 до 360 градусов. Значения синусоиды рассчитываются с помощью функции  $\sin()$  из стандартной математической библиотеки [9], после чего производится установка значения широтно-импульсной модуляции (ШИМ) на вывод устройства [10].

Алгоритм также имеет смещение значений ШИМ для получения положительных значений, после чего данные выводятся в последовательный порт для построения исходного графика исследуемого сигнала (рис. 2). С целью обеспечения стабильности работы, предусмотрена также задержка в 500 микросекунд между итерациями цикла [8]. Данный алгоритм может использоваться для создания синусоидальных сигналов в различных технических устройствах и устройствах связи.

На 2 этапе выполнена подготовка входа оцифровки сигнала. При подготовке входа

оцифровки сигнала был выбран 34-й вывод микроконтроллера в соответствии со спецификацией устройства. Данный вывод микроконтроллера обладает возможностью использования режима оцифровки аналогового сигнала, что соответствует требованиям к выполнению эксперимента [2,3].

Кроме того, был активирован режим встроенного подтягивающего резистора, что поможет стабилизировать входной сигнал и улучшить качество его оцифровки [3,10].

Предложенная реализация позволяет обеспечить правильное преобразование сигнала и минимизировать возможные искажения при его оцифровке, а также способствует обеспечению надежной работы цифровой системы и получению точных данных для последующего анализа и обработки [3].

На 3 этапе осуществляется сбор полученных данных. Алгоритм программы преобразования непрерывного аналогового сигнала в цифровой вид, который может быть обработан и анализирован микроконтроллером, построен следующим образом.

Первый шаг алгоритма – считывание значения аналогового сигнала с использованием функции `analogRead()`. Данная функция позволяет микроконтроллеру измерить напряжение на указанном аналоговом пине и вернуть это значение в виде целого числа, которое представляет уровень напряжения [3,8].

Далее, полученное значение оцифрованного сигнала выводится с помощью функции `Serial.println()` для отображения результата на мониторе компьютера или другом устройстве визуализации. Данная операция позволяет наблюдать результаты оцифровки и проводить анализ полученных данных [3,10].

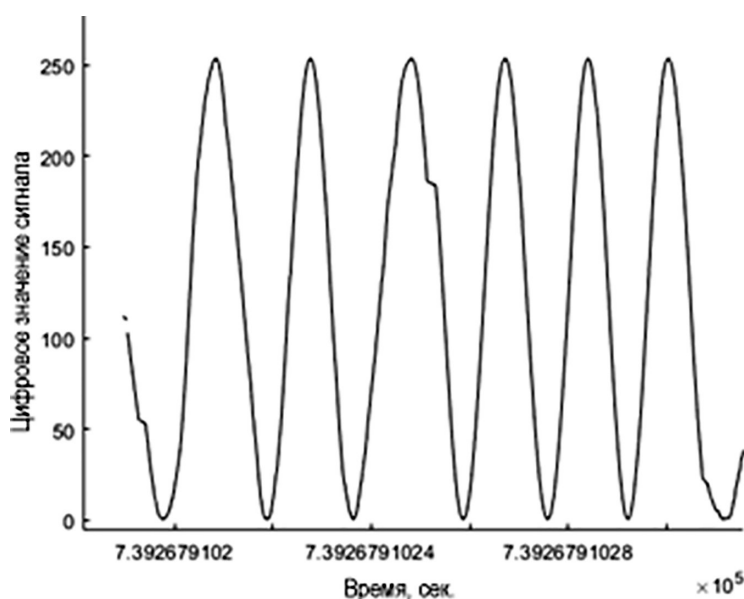


Рис. 2. Исходный сигнал эксперимента

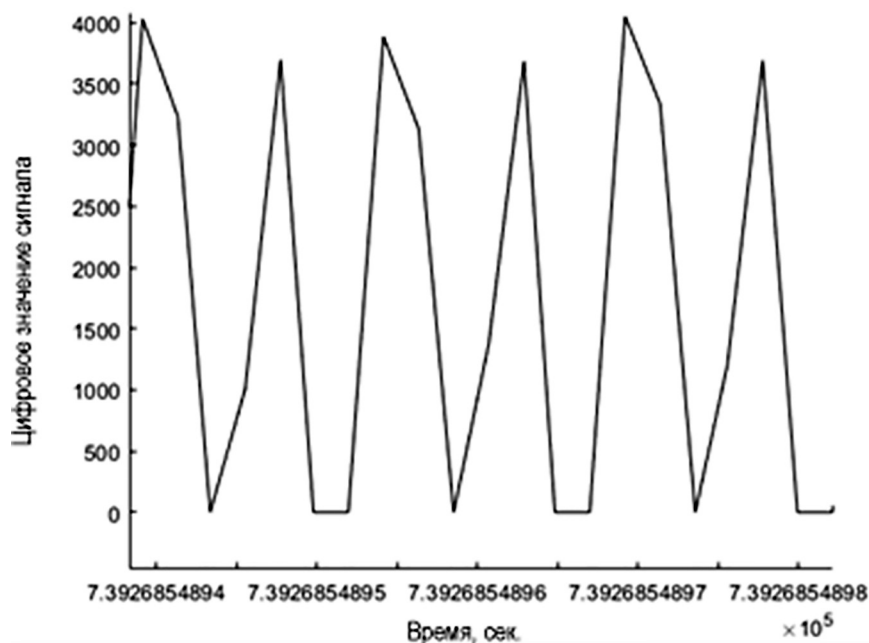


Рис. 3. Полученный сигнал

После вывода результатов, в алгоритме включена задержка `delayMicroseconds(100)`, которая служит для формирования необходимой частоты дискретизации. Добавление задержки позволяет установить интервал времени между последовательными измерениями аналогового сигнала, что может быть важно при работе с быстро изменяющимися сигналами [8].

На 4 этапе выполняется отправка данных в MATLAB. После сбора полученной информации данные о значении сигнала при помощи специальной функции в режиме реального времени со скоростью передачи 115200 бод передаются в COM порт компьютера для последующей обработки [4].

Передача данных в Serial Port компьютера с использованием ESP32 происходит посредством последовательного интерфейса UART. Процесс начинается с инициализации UART соединения на ESP32, где задаются необходимые параметры, такие как скорость передачи данных (бод) и биты данных. После инициализации, микроконтроллер ESP32 готов к передаче данных [4,10].

После подготовки данных, микроконтроллер ESP32 передает их по установленному UART соединению в Serial Port компьютера. Данные отправляются в виде последовательности байтов, в соответствии с выбранными параметрами UART [4,10].

На 5 этапе выполняется получение и обработка данных. Для получения данных в режиме реального времени с микроконтроллера ESP32 через COM-порт на компьютер в начале программы устанавливаются параметры COM-

порта (COM1) и скорости передачи данных (115200 бод). Затем создается объект Serial порта и настраивается символ окончания строки [4,5,10].

Далее инициализируется график, который будет отображать данные в реальном времени, после чего выполняется очистка входного буфера и начинается бесконечный цикл, считывающий данные, из выбранного COM-порта, преобразуются в числовой формат (строка, полученная из порта, преобразуется в числовое значение) и добавляются в график с текущим временем, т.е. происходит его обновление. Цикл выполняется пока открыт график. Как только график будет закрыт, программа закроет COM-порт и завершится [4,5,10].

Таким образом, программа позволяет в реальном времени получать данные с микроконтроллера ESP32 через COM-порт и произвести визуализацию в виде графика.

В результате проделанной работы были получены данные, представленные в виде графика (рис. 3) изображен сигнал, приближенный к исходному. Программа выполнила оцифровку с требуемой частотой 10 кГц.

Указанная частота оцифровки обеспечивает достаточную точность считывания данных в соответствии с техническим заданием проектируемой системы сбора данных.

В целом микроконтроллер справился с поставленной задачей, выполнил чтение данных с необходимой частотой. По считанным данным в режиме реального был получен соответствующий график.

Также были выявлены технические и программные решения, позволяющее передавать

данные в пакет прикладных программ MATLAB посредством использования COM-порта.

COM-порт является стандартным интерфейсом для передачи данных между устройством и компьютером. Он встроен в архитектуру микроконтроллеров, что делает его удобным и доступным для использования. Кроме того, скорость передачи данных COM-порта достаточна для многих задач, связанных с передачей информации между устройствами, особенно при использовании микроконтроллеров, где передается небольшой объем данных. Использование COM-порта обосновано его наличием в микроконтроллере, а также совместимостью со многими устройствами и достаточной скоростью передачи данных для конкретных потребностей [6].

С точки зрения сбора данных ESP32 подходит, благодаря своей высокой производительности, низкому энергопотреблению и широкому возможностям подключения различных устройств [2].

Данный микроконтроллер позволяет с легкостью оцифровывать аналоговые сигналы, работать с датчиками, передавать собранные данные как по проводным, так и по беспроводным сетям, что делает его идеальным выбором для создания различных устройств сбора информации, таких как датчики окружающей среды, системы мониторинга, умные дома и т.д. Низкое энергопотребление ESP32 также позволяет создавать устройства с длительным сроком работы от батареи, что важно для автономных систем и устройств IoT [2,3].

С учетом вышеперечисленных характеристик, ESP32 является современным и многофункциональным микроконтроллером, который отлично подходит для сбора данных в различных областях научных и инженерных исследований.

Математический пакет MATLAB в свою очередь является продвинутым, современным программным обеспечением, позволяющим выполнять обработку большого количества данных, в том числе в режиме реального времени [5,8].

#### Заключение

Результаты исследования позволяют сделать вывод о значимости и возможности использования системы для сбора данных с перспективой последующей обработки.

Полученные данные в рамках исследования позволяют провести первичный анализ с перспективой оптимизации и улучшения данной системы, что имеет большое значение в исследуемой области.

Использование представленной системы может быть полезно для анализа работы различных систем, таких как системы мониторинга и управления, автоматизированные производственные системы и др. Программа может быть также полезна для обучения и исследований в области контроля и автоматизации.

Область дальнейших исследований очень обширна и может включать в себя: расширение функционала системы, оптимизацию алгоритмов сбора данных.

В свою очередь, наличие у микроконтроллера различных современных интерфейсов передачи данных открывает большие возможности для дальнейших исследований данного микроконтроллера в области сбора данных.

В дальнейшем также планируется развитие программы для работы с большим объемом данных и повышения ее удобства использования.

#### Список литературы

1. Колетвинов Д.С., Мельникова А.А., Борзилов К.В. // Молодой ученый. 2020. № 3 (293). С. 157-159.
2. ESP32 Series Datasheet. Version 4.4 Espressif Systems. [Электронный ресурс]: [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32\\_datasheet\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf) (дата обращения: 23.12.2023).
3. Руководство по микроконтроллеру ESP32 [Электронный ресурс] URL: <https://randomnerdtutorials.com/projects-esp32/> (дата обращения: 20.12.2023).
4. Лазарев Ю.Ф. Начала программирования в среде MatLAB: учебное пособие. К.: НТУУ «КПИ», 2003. 424 с.
5. Васильев А.Н. MATLAB. Самоучитель. Практический подход. 2-е изд. СПб.: Наука и Техника, 2015. 448 с.
6. Гук М. Аппаратные интерфейсы ПК. Энциклопедия. СПб.: Питер, 2002. 528 с.
7. Цифровая обработка сигналов / А.Б. Сергиенко. СПб.: Питер, 2003. 608 с.
8. Потемкин В.Г. Система инженерных и научных расчетов matlab 5.x: В 2-х т. Том 1. М.: Диалог-МИФИ, 1999. 364 с.
9. Educational project. Basic mathematical operations library in C language [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/sashauly/math.h> (дата обращения: 25.12.2023).
10. Arduino API. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.arduino.cc/learn/programming/reference/> (дата обращения 10.01.2024).

### ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ АНАЛИЗА СТОЧНЫХ ВОД

Бадеев В.А., Мурашкина Т.И.

*Пензенский государственный университет,  
Пенза, e-mail: vladbadeev4464@gmail.com,  
timurashkina@mail.ru*

На Земле запасы воды составляют 1386 миллионов кубических километров, 35 миллионов кубических километров, из которых являются пресной водой (около 2,5%). Около 3900 миллиардов кубических метров пресной воды ежегодно потребляется в мире, в месте с тем примерно половина данного объема используется безвозвратно, а другая половина превращается в сточные воды [1]. Установлен факт ежегодного мирового сброса свыше 420 кубических километров сточных вод [2, 3].

Для того, чтобы сократить потребление природной воды разрабатываются меры, предусматривающие очистку сточной воды, ее повторное, использование охлаждения оборотной воды и т.п.