

Лаврик Александр Александрович,
аспирант, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: gesters3@mail.ru.

Эльхутов Сергей Николаевич,
к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: esn@fromru.com

**АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ ВАЛА ПОРШНЕВЫХ МАШИН**

Lavrik A.A., Elkhutov S.N

**ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF APPLICATION OF MICROCONTROLLERS
FOR MEASURING THE ANGULAR VELOCITY
OF THE SHAFT OF PISTON MACHINES**

Аннотация. Рассмотрена возможность применения популярных микроконтроллеров для оценки технического состояния поршневых машин по изменению угловой скорости вала.

Ключевые слова: Микроконтроллер, угловая скорость, оперативная память.

Abstract. The possibility of using popular microcontrollers to assess the technical condition of reciprocating machines by changing the angular velocity of the shaft is considered.

Keywords: Microcontroller, angular velocity, RAM.

Одним из главных вопросов эксплуатации промышленного оборудования является своевременная оценка его технического состояния. Оперативные данные о возникновении и развитии дефекта позволяют осуществить своевременную остановку и проведение профилактических работ. Одним из способов получения данных о состоянии поршневых машин является контроль изменений угловой скорости вращения вала, для реализации которого требуется применение высокопроизводительного микроконтроллера, способного получать и обрабатывать большой объём данных, поступающих с энкодера. В настоящее время промышленностью представлены различные варианты микроконтроллеров с различными техническими характеристиками и, в связи с этим, проведение анализа возможности применения различных микроконтроллеров для измерения изменений угловой скорости вращения вала является актуальным.

На сегодняшний день можно выделить три распространённых семейства микроконтроллеров. Это микроконтроллеры AVR, STM, ESP32. Применение каждого семейства должно опираться на потребности метода оценки и технические возможности самих микроконтроллеров.

Первым рассматриваемым контроллером является ATmega 2560. Основой платформы является 8-битный микроконтроллер семейства AVR тактовая частота которого равна 16 МГц. Для хранения данных используются 256 Кбайт Flash-памяти и 4 Кбайт энергонезависимой памяти EEPROM. Объём оперативной памяти равен 8 килобайтам [1].

Исходя из анализа доступности и цены подходящим вариантом из семейства STM32 является микроконтроллер STM32F407VGT6 который построен на базе 32-битного ядра ARM Cortex M4. Микроконтроллер обладает тактовой частотой 168 МГц, 1 Мбайт Flash-памяти, и 192 Кбайт оперативной памяти [2].

Микроконтроллер ESP32 построен на базе двухъядерного 32-разрядного процессора с поддержкой работы на тактовой частоте 160 или 240 МГц. Объем Flash-памяти составляет 4 Мбайт, а оперативной памяти 520 Кбайт. Микроконтроллер поддерживает беспроводную передачу данных по технологиям Wi-Fi и Bluetooth [3].

Для измерения угловой скорости используется абсолютный магнитный энкодер AS5048a, работа которого основана на эффекте Холла. Данные с энкодера передаются по интерфейсу SPI, поэтому первым требованием к микроконтроллеру является поддержка подключения периферии по этому интерфейсу.

Вторым требованием является достаточный объем оперативной памяти для получения, обработки и хранения данных, получаемых с энкодера. Исходя из разрешения AS5048a и количества оборотов вала, необходимых для проведения точной оценки состояния контролируемого объекта, выявлено, что минимальный объем оперативной памяти должен составлять 64 Кбайт. Исходя из этого объема памяти, можно сделать вывод, что применение микроконтроллера ATmega 2560 невозможно в виду недостаточного объема оперативной памяти. Использование контроллеров STM32 и ESP32 допускается потому, что первый имеет 192 Кбайт оперативной памяти, а второй - 512 Кбайт.

Еще одним критерием, влияющим на выбор микроконтроллера, является его доступность на рынке и цена. Если брать во внимание актуальные на данный момент розничные цены на микроконтроллеры, то стоимость ATmega2560 составляет 2500 Р, а STM32 и ESP32 4000 Р и 1940 Р соответственно.

Важной частью выбора микроконтроллера является доступность среды программирования и наличие вспомогательных библиотек для работы с магнитным энкодером. Все рассмотренные микроконтроллеры имеют возможность подключения AS5048a, однако для STM32 существует проблема малого количества информации о работе с энкодером. Стоит отметить, что по сравнению с STM32 контроллеры ATmega 2560 и ESP32 имеют достаточно простую конфигурацию и настройку портов подключения, и возможность работы со средой Arduino IDE.

Проведенный выше сравнительный анализ позволяет сделать выбор в пользу микроконтроллера ESP32.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Блум Д.** Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства. – СПб: БХВ-Петербург, 2015. – 336 с ; – ISBN 978-5-9775-3585- 4. – Текст : непосредственный.
2. **Бугаев В.И., Мусиенко М.П., Крайнык Я.М.** Лабораторный практикум для изучения микроконтроллеров архитектуры ARM Cortex-M4 на базе отладочного модуля STM32F4 Discovery – Москва-Николаев: МФТИ-ЧГУ, 2013 – 71 с.
3. **Момот М.В.** Мобильные роботы на базе ESP32 в среде Arduino IDE. – СПб: БХВ-Петербург, 2020. – 272 с ; – ISBN 978-5-9775-6647-6. – Текст : непосредственный.