

Список использованных источников

1. Цецерский И. В., Воробьев И. С., Щука А. В., Тимолянов К. А., Лабораторный гониофотометр с микропроцессорным управлением/ Журнал Молодой исследователь Дона, №4(7), 2017. – С. 133-136.

Борминский Сергей Анатольевич, к.т.н., доцент, зав. кафедрой электротехники, научный рук. НИЛ-54 «Аналитические приборы и системы», borminsky@ssau.ru.

Храмов Вячеслав Александрович, студ. гр. 3231-110403D, slava.student.ssau@gmail.com.

УДК 621.3.084.4

ВСТРАИВАЕМЫЙ МОДУЛЬ ОБЛАЧНОГО МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТАНКОВ НА БАЗЕ ESP32

Л.А. Доценко, Д.А. Шестаков

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

Ключевые слова: бесщеточный двигатель, сервопривод, FOC, PID-регулирование, ШИМ, энкодер, трехфазный инвертор, силовая электроника.

Современная промышленность характеризуется высокой стоимостью парка технологических станков, а внезапные отказы оборудования приводят к простоям и существенным финансовым потерям. Традиционные регламенты обслуживания по времени или наработке не учитывают реальную нагрузку и фактическую деградацию узлов, что снижает эффективность ремонтных мероприятий. В этой связи актуальна разработка встраиваемых модулей мониторинга, способных регистрировать параметры работы станков, передавать их в облако и обеспечивать предиктивную оценку состояния критичных компонентов.

Цель работы — разработка встраиваемого модуля оценки состояния станков на базе микроконтроллера ESP32, реализующего функции сбора, обработки и передачи данных о вибрации, температуре и вспомогательных параметрах в облачную систему аналитики. Предполагается использование единой аппаратно-программной платформы, которую можно устанавливать на группу станков малых и крупных предприятий, формируя распределённую систему предиктивного обслуживания.

Структурно прибор включает четыре укрупнённых блока. Питающий и защитный блок обеспечивает преобразование напряжения станка в необходимые уровни, гальваническую развязку, фильтрацию и защиту от помех и аварийных режимов промышленной среды. Измерительный блок датчиков содержит трёхосевой акселерометр для регистрации вибрации, датчики температуры на корпусе двигателя и, при необходимости, датчики тока и дискретные входы для сигналов режимов работы. Для них

реализуются цепи согласования и первичной фильтрации, обеспечивающие помехоустойчивость и достаточную точность измерений.

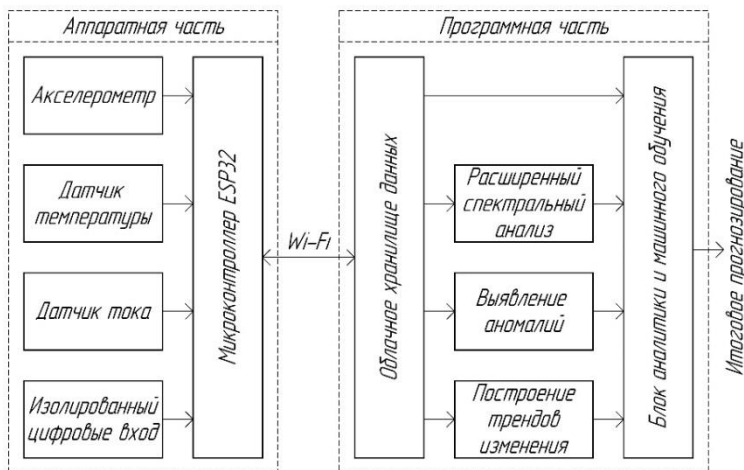


Рисунок 1 – Структурная схема стенда

Вычислительный и коммутационный блок на базе ESP32 выполняет опрос датчиков, предварительную обработку сигналов и обмен данными с внешней инфраструктурой. Локальные алгоритмы включают цифровую фильтрацию вибросигнала, вычисление статистических признаков (среднеквадратичное значение, амплитуда, показатели нестационарности), а также базовый спектральный анализ на ограниченных временных окнах. Для температурных и токовых сигналов реализуются сглаживание, контроль порогов и выявление перегрузочных режимов. Это позволяет существенно сократить объём данных, передаваемых в облако, за счёт формирования агрегированных метрик за заданный интервал.

Передача данных осуществляется по беспроводному интерфейсу ESP32 (Wi-Fi) в локальную сеть предприятия или на промышленный шлюз с использованием стандартных протоколов, таких как MQTT. Пакеты содержат идентификатор станка, временные метки, набор вычисленных признаков вибрации и температуры, а также диагностические флаги. В случае ограничений по связи, модуль может временно буферизовать данные во внутренней памяти с последующей пакетной отправкой.

Облачная часть системы включает хранилище временных рядов по группе станков и подсистему аналитики. На этом уровне выполняется расширенный спектральный анализ, построение трендов изменения параметров, применение методов машинного обучения для выявления аномалий и прогнозирования деградации подшипников, роторов и других ответственных элементов. На основе моделей прогнозируется остаточный

ресурс узлов и формируются рекомендации по планированию обслуживания, что позволяет переходить от регламентного к обслуживанию по фактическому состоянию.

Блок интерфейса пользователя реализуется на двух уровнях. Встроенный веб-интерфейс на ESP32 обеспечивает локальный доступ к текущим значениям параметров и базовым настройкам модуля при подключении со смартфона или ноутбука. Облачный интерфейс предоставляет расширенные возможности: визуализацию исторических данных, просмотр прогнозов и уведомлений, сравнительный анализ состояния нескольких станков. Предлагаемый встраиваемый модуль оценки состояния станков на базе ESP32 может использоваться как при модернизации существующего оборудования, так и при создании новых станков, поддерживающих концепцию промышленного интернета вещей.

Список использованных источников

1. Kolok P. et al. Low-Cost IoT-Based Predictive Maintenance Using Vibration //Sensors. – 2025. – Т. 25. – №. 21. – С. 6610.
2. Swati T., Rao K. R. Industrial process monitoring system using Esp32 //International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE). – 2019. – Т. 7. – №. 6S4.

Доценко Лидия Анатольевна, студ. гр. 6131-110403D, docenko.lida03@gmail.com.
Шестаков Дмитрий Александрович, аспирант, гр. А4_01.03.02, shestakov.da@ssau.ru.

УДК 531.781

БЕСПРОВОДНОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПАРАМЕТРОВ КОЛЕБАНИЙ ЛОПАТОК ТУРБОАГРЕГАТА

М.А. Толкунов, А.А. Грецов, У.В. Бояркина, С.А. Данилин
«Самарский национальный исследовательский университет имени
академика С.П. Королева», г. Самара

Параметры колебаний лопаток турбоагрегата являются важным показателем его технического состояния как при доводке, так и в процессе эксплуатации. Измерение параметров колебаний лопаток и контроль превышения допустимых значений позволяет изменить режим эксплуатации турбоагрегата, с целью предотвращения поломки лопаток, которая может привести к повреждению компрессора и двигателя в целом.

Для решения данной задачи широкое применение нашли бесконтактные преобразователи параметров колебаний лопаток. Преимуществами таких преобразователей является возможность их применения в условиях высоких температур, вибрации, повышенных аэродинамических нагрузок и высокая надежность по сравнению с контактными преобразователями, позволяющая их использовать в процессе эксплуатации турбоагрегата [1]. Однако применение бесконтактных