

## ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПАРУСНОЙ ЯХТЫ

*Филипович И.С.*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Деменковец Д.В. – ст. преподаватель кафедры ПОИТ*

В данной работе рассматриваются способы определения и расчёта показателей парусной яхты. Также представляется архитектура веб-приложения «Помощник тренера».

В настоящее время парусный спорт представляет огромную индустрию, которая объединяет туристов, любителей спорта и профессиональных спортсменов в сфере яхтинга. Один из основных процессов, проходящий во время хождения под парусами как любителей, так и профессиональных спортсменов, это настройка яхты. С целью совершенствования данного процесса был реализован программно-аппаратный комплекс для измерения показателей парусной яхты.

Главные показатели яхты являются её скорость и крутизна относительно истинного ветра. Под скоростью яхты принимают векторную величину, характеризующую быстроту перемещения и направление движения яхты. Под крутизной яхты понимается наименьший угол между вектором скорости яхты и вектором скорости истинного ветра [1].

Для определения вектора скорости яхты используются GPS-модуль и акселерометр. Акселерометр позволяет получить векторы ускорений по осям трёхмерного пространства. При интегрировании векторов ускорения, полученных от акселерометра за короткий промежуток времени, получается вектор изменения скорости яхты за данный промежуток времени. Суммируя вектор изменения скорости за данный промежуток времени с вектором мгновенной скорости, предшествующему предыдущим промежуткам времени, получается текущий вектор мгновенной скорости яхты. GPS-модуль используется для инициализации модуля начальной скорости. Аппаратная часть комплекса может начать работу, когда яхта уже находится в движении. GPS-модуль также используется для калибровки акселерометра. Благодаря этому возможно получение вектора скорости яхты с достаточной степенью точности.

Для вычисления крутизны яхты вычисляется вектор истинного ветра. Основная трудность заключается в том, что приборы, вычисляющие модуль скорости ветра и направление, демонстрируют значения вымпельного ветра, который представляет собой векторную разность между вектором истинного ветра и вектора скорости яхты [1]. Для получения направления вымпельного ветра используется флюгер с установленным на него магнитом. Магнитометр регистрирует направление магнитного поля флюгера, которое совпадает с направлением вымпельного ветра. Модуль вымпельного ветра рассчитывается с помощью анемометра. На основе вектора вымпельного ветра вычисляется вектор истинного ветра через векторную сумму между вектором вымпельного ветра и вектором скорости яхты.

Данные полученные от датчиков передаются по беспроводной сети веб-приложению. Для этой цели используется микроконтроллер ESP 8266, который содержит внутренний модуль для беспроводной передачи данных, аналогово-цифровой преобразователь и поддерживает протоколы I2C и UART, необходимые для получения данных от датчиков [2].

Веб-приложение реализуется с использованием микросервисной архитектуры на платформе Node.js. Преимущества выбранной архитектуры и платформы заключается в лёгкости масштабирования системы и расширения её функционала [3].

Основными составляющими веб-приложения являются микроконтроллер, клиент и администратор. Основная задача микроконтроллера является передача данных, получаемых от датчиков. Микроконтроллер является инициатором передачи данных. С целью безопасного подтверждения аутентичности микроконтроллера, на сервис авторизации микроконтроллера передаётся запрограммированный в ESP8266 IMEI-номер, используя протокол HTTPS. В ответ от сервиса возвращается ключ для симметричного шифрования данных, который используется для отправки данных от датчиков сервису обработки данных по TCP протоколу.

Под клиентом подразумевается любой пользователь веб-приложения. Взаимодействуя с клиентским сервисом с браузера, клиент может получать показатели скорости яхты как в режиме реального времени, так и их историю. Также при авторизации клиент может осуществлять управление историей своих датчиков.

Администратором является участник, осуществляющий регистрацию новых микроконтроллеров в веб-приложении. Администратор и клиент взаимодействуют с веб-приложением по протоколу HTTPS, используя веб-браузер.

Архитектура веб-приложения «Помощник тренера» представлена на рисунке 1.

