

ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ВЫСОТЫ И ВЕРТИКАЛЬНОЙ СКОРОСТИ ПАРАПЛАНА

Повышение безопасности старта и полета в парапланеризме является важнейшей задачей. При взлете пилота методом буксировки автомобилем, водитель буксировщика должен интерактивно располагать текущими полетными данными.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Параплан является сверхмалым летательным аппаратом (СЛА) [1] и подчиняется всем законам аэродинамики. На равнинных территориях, старт парапланериста осуществляется методом буксировки за автомобилем. Вариометры (устройства определяющие высоту и скороподъемность), используемые в данном виде спорта, в первую очередь ориентированы для индивидуального использования пилотом, не имеют функции радиотелеметрии, что не позволяет буксировщику видеть высоту и скороподъемность пилота в процессе буксировки. При этом так же необходимо заменить гидравлическое устройство измерения силы натяжения троса буксировщика на более современный и надежный электронный аналог. Данные полученные от обоих устройств необходимо отображать водителю-

оператору буксирующего автомобиля. Устройства должны быть достаточно мобильными и надежными для использования в полевых условиях. Обеспечивать передачу данных на расстояние не менее 700 метров в пределах прямой видимости. Обладать простотой использования - включил и работает.

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ

Система измерения вертикальной скорости и высоты, далее система, представляет собой три основных модуля: вариометр телеметрический, модуль измерения натяжения троса, модуль отображения информации. Каждый из модулей работает под управлением микроконтроллера. Телеметрия с модулем вариометра осуществляется по радиоканалу. На рисунке 1 отображена структурная схема системы.

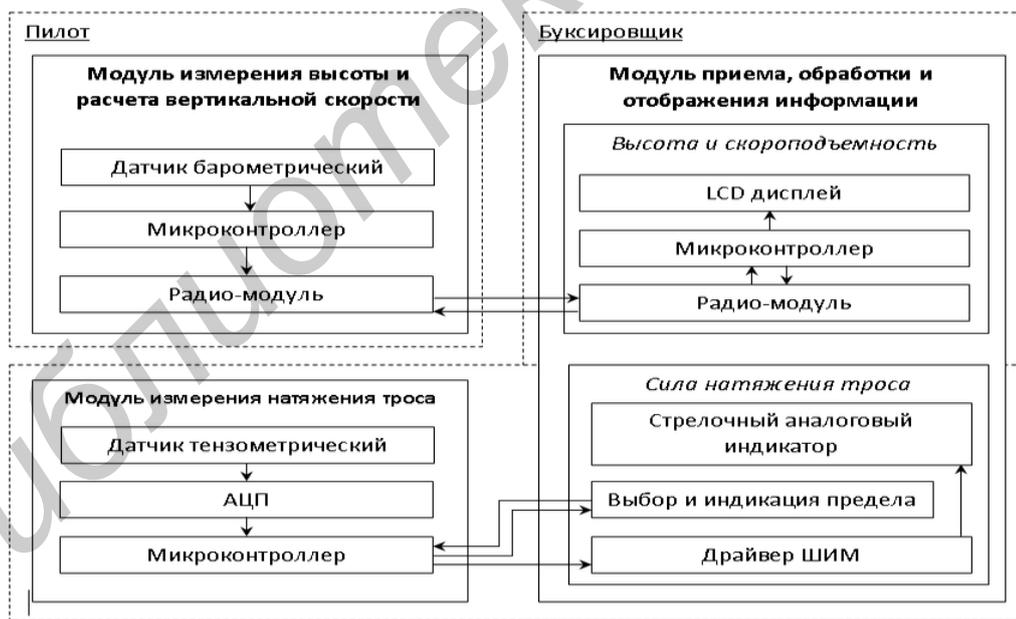


Рис. 1 – Структурная схема системы

I. ВАРИОМЕТР РАДИОТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИЙ

Устройство состоит из передающей и принимающей частей, построенными на базе микроконтроллеров с радиомодулями. Передающая часть: имеет барометрический датчик для измерения высоты при перепаде давления. Например, мы знаем текущее атмосферное давление и

берем его за основу. При спуске будет повышение атмосферного давления, при подъеме – понижение, крепится на подвесной системе пилота и один раз в секунду отправляет данные о текущей высоте и вертикальной скорости пилота. Вычислением высоты и скороподъемности занимается микроконтроллер на основе данных от баро-

метрического датчика, для усреднения данных и фильтрации шумов применяется фильтр Калмана. При каждом включении вариометр принимает текущую высоту за базовую, со значением 0. При отцепке пилота от троса происходит отключение питания передающей части, что экономит заряд батареи. Принимающая часть: Приемник имеет LCD дисплей для отображения принятой информации и разъем для питания от бортовой сети автомобиля. Приемом информации и отображением данных так же руководит микроконтроллер.

II. Модуль ИЗМЕРЕНИЯ НАТЯЖЕНИЯ ТРОСА

Основу данного модуля составляет тензометрический датчик подключенный через АЦП к микроконтроллеру. Питание модуля осуществляется от бортовой сети автомобиля. Измеренные данные отображаются аналоговым стрелочным индикатором, единицы измерения - килограммы. Индикатор подключается к микроконтроллеру и управляется ШИМ. Достижение предельной нагрузки сигнализируется светодиодом, предельная нагрузка устанавливается потенциометром.

III. Модуль ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Модуль представляет из себя два индикатора: – стрелочный для отображения нагрузки на тросе; – LCD индикатор для отображения скороподъемности и высоты пилота. Устанавливается в кабине буксирующего автомобиля для информирования водителя о состоянии параметров полета в процессе буксировки.

АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

Перечисленные модули работают на базе платформы Arduino Nano [2], построенной на микроконтроллере ATmega328 (Arduino Nano 3.0). Она имеет небольшие размеры (1.85 см x 4.2 см) и широкий диапазон напряжения для питания (6-20В). В качестве передающих/принимающих модулей используются радиомодули nRF24L01+ работающие на частоте 2.4ггц. Радиоканал на данных радиомодулях может обмениваться информацией в оба направления. Радиосеть может состоять из нескольких устройств и обеспечивает уверенный прием в пределах 1000 метров. Интерфейс взаимодействия с микроконтроллером – SPI. Напряжение питания: 3.3В (обеспечивается при подключении к платформе Nano). Для измерения натяжения троса используется тензометрический S

образный датчик типа STCS 200 подключаемый к микроконтроллеру через АЦП НХ711. Измерение атмосферного давления осуществляется при помощи датчика BMP180 подключаемого к микроконтроллеру по интерфейсу I2C. Питание Модуля измерения высоты осуществляется батарей типа крона. Габариты модуля составляют 5 x 3 x 2 см, без батареи питания.

СИНТЕЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БУКСИРОВКИ

В дальнейшем планируется синтезировать автоматизированную систему управления буксировки с применением лебедки установленной на буксировщике. При проектировании необходимо принять во внимание, в порядке перечисления, следующие параметры: сила натяжения троса, скороподъемность и высота пилота, скорость буксировщика. Требуется провести моделирование процесса буксировки, с целью достижения максимально возможной высоты, с учетом заданных параметров. Сила натяжения троса не более веса стартующего пилота, скороподъемность не более 5 м/с. Скорость движения буксировщика определяется водителем.

ВЫВОД

Разработанная система будет крайне востребована для использования как профессиональными спортсменами, так и новичками начинающими осваивать такой вид спорта как парапланеризм. Система является мобильной, достаточно простой и надежной. Практическое применение системы показало, что её так же можно использовать при запуске и других малых летательных средств методом буксировки, таких как дельтапланы и лёгкие планеры. Система разработана на базе платформы Arduino Nano и соответственно является легко повторяемой, обладает гибкостью внесения желаемых изменений, так же обладает относительно невысокой стоимостью. Внедрением данного устройства решена сложная задача – информировать водителя буксировщика о прохождении процесса полёта, что значительно повышает безопасность проведения стартов и полетов спортсменов парапланеристов.

1. Методическое пособие, Тюшин В. А. "Парапланы. Первый шаг в большое небо". Москва 2004-2014
2. Автор: Том Иго, Переводчик: Сергей Таранушенко, "Arduino, датчики и сети для связи устройств". БХВ-Петербург 2015

Женихов Иван Владимирович, студент кафедры систем управления БГУИР, ivan.zhenihov@gmail.com

Научный руководитель: Хаджинов Михаил Касьянович, кандидат технических наук, доцент, kh m@tut.by