

## РАЗРАБОТКА БЮДЖЕТНОГО ПАРАШЮТНОГО ВЫСОТОМЕРА

**Смирнов Н.А.**

*Научный руководитель: Сухоцкий В.А.*

ГБПОУ «Воробьевы горы», Центр Технического Образования, Москва, Россия

## DEVELOPMENT OF BUDGET SKYDIVING ALTIMETER

**Smirnov N.A.**

*Supervisor: Sukhotsky V.A.*

State budget vocational and educational institution "Vorobyovi Gori", Moscow, Russia

### **Аннотация**

В работе представлен парашютный высотомер, для парашютного спорта, соответствующим требованиям по безопасности и функциональности. Устройство выполнено из не дефицитных и не дорогих компонентов, что обеспечивает его не высокую стоимость в сравнении с аналогами. В ходе работы были проведены испытания в реальных условиях в качестве дублирующего высотомера, при прыжках с парашютом. Разработчиком прибора является парашютист-спортсмен, который параллельно занимается робототехникой.

### **Abstract**

This work presents altimeter for parachute related sports that answers all requirements in safety and functionality. Device is made from not scarce and not expensive materials comparing to it's analogs. During the study, tests in real conditions as a duplicating altimeter took place. Developer of the device is active skydiver-sportsman that is currently studying robotics.

## **Введение**

Парашютизм все больше набирает популярность среди молодежи, интересующейся экстремальными видами спорта. Фрифлай, фристайл, скайсерфинг, свуп, прыжки в Вингсьюте – все эти и остальные дисциплины современного парашютного спорта, требуют необходимой экипировки, обязательным элементом которой является высотомер. На рынке товаров для парашютного спорта можно найти разнообразные модели и модификации высотомеров (альтиметров) – аналоговые и цифровые. Как правило, эти приборы импортного производства и имеют высокую стоимость.

### **Цель проекта.**

Цель данного проекта создание бюджетного варианта многофункционального цифрового парашютного высотомера. Задачей проекта является изготовление тестового варианта высотомера из бюджетных комплектующих элементов. Прибор должен обеспечивать вывод на дисплей в реальном времени значения высоты над уровнем площадки приземления, а также - сохранение в памяти прибора показатели давления у поверхности земли и времени свободного падения парашютиста.

### **Обзор предметной области.**

Парашютный высотомер – устройство для измерения высоты над площадкой приземления, с помощью которого парашютист определяет когда нужно раскрыть парашют. Высотомеры различаются по принципу устройства. Высотомеры бывают

электронными(цифровыми) и аналоговыми (механическими). Электронные высотомеры дают более точные значения, но имеют относительно большую цену.

Аналоговые парашютные высотомеры имеют принцип определения давления такой же, как и у барометра-анероида. В них установлен анероид т.е. герметичная металлическая коробка имеющая форму цилиндра, которая под действием атмосферного давления сжимается или наоборот разжимается. На цифровых высотомерах установлен чувствительный элемент, который под действием давления меняет своё сопротивление. Как известно атмосферное давление изменяется относительно высоты линейно, одному метру высоты примерно соответствует 10 паскалей. По разнице давления между площадкой приземления и парашютистом программно определяется высота.

При свободном падении с задержкой более 10 секунд парашютист обязан пользоваться высотомером. Ниже приведён некоторый список высот, которые необходимо знать и учитывать при совершении прыжков

- Высота раскрытия основного парашюта – не ниже 800м
- Высота для окончательного решения по введению запасного парашюта – 600 метров
- Высота для аварийного покидания летательного аппарата – выше 600 метров.

### **Обзор электронных парашютных высотомеров.**

Среди зарекомендовавших себя на рынке данных товаров американская фирма Alti-2, немецкая Varigo, датская компания **Larsen&Brusgaard**. Приборы этих компаний отличает компактность, высокая точность и прочность, современный дизайн и удобство в использовании, но при этом - высокая стоимость (от 19000 до 29000 руб.). Например, цифровой высотомер «AloXsot» фирмы «Parasport» имеет Logbook на 300 прыжков. В запись идет: номер прыжка, дата, время, высота отделения и открытия, время свободного падения, максимальные и средние скорость свободного падения, время под куполом и максимальная скорость под открытым куполом. Применение интеллектуальных электронных компонентов и методов, позволяет прибору работать с низким потреблением энергии, и питаться от одной, распространенной, недорогой литиевой батареи - CR2032. Цена прибора – от 19000 рублей. А последняя разработка компании **Larsen&Brusg**-цифровой компьютер Altitrack (электронный высотомер) стоит более 30000 рублей.

### **Этапы проекта.**

- Изучение предметной части парашютных высотомеров
- Проектирование двухсторонней печатной платы в программе Sprint Layout.
- Технологическая подготовка фрезерования платы в программе ArtCam
- Изготовление и пайка готовой платы
- Проектирование деталей прибора в программе SolidWorks.
- Изготовление деталей на 3D принтере
- Сборка прибора
- Программирование прибора

- Тестирование в реальных условиях

### Основные комплектующие прибора.

- Микроконтроллер - ATmega 32u4
- Барометр - BMP 180
- Миниатюрная и экономичная батарея - LP502540
- Контроллер заряда батареи - MCP73831T-2ACI/OT
- 8-ми битные сдвиговые регистры для управления LCD дисплеем - 74HC595D
- LCD дисплей - ITN-G0824SRNP
- Порт mini USB

### Оборудование и методы изготовления.

Электронный парашютный высотомер является достаточно сложным устройством с большим количеством электронных элементов. Для производства качественной модели требуется высокоточное программное обеспечение и оборудование.

Проектирование платы велось в программе «Sprint layout». При работе парашютного высотомера недопустимы ошибки и сбои в работе, поэтому на всех этапах сборки проводилась тщательная проверка приобретённых компонентов и качества изготовления печатной платы. В следствии этого устройство работало без нареканий. На рис.1 и рис.2 предоставлена разводка двух слоёв платы.

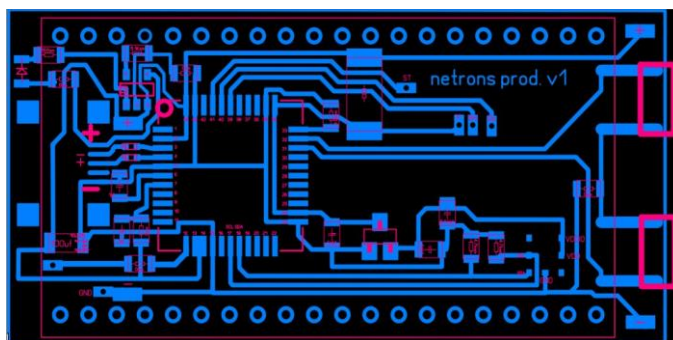


Рис.1 – Верхний слой

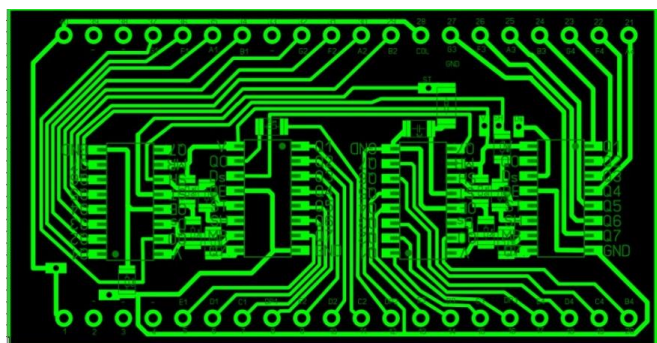


Рис.2 – Нижний слой

Одним из этапов производства было изготовление платы на фрезерном станке с ЧПУ. Программа фрезеровки была написана в среде «ArtCAM».



Рис.3 – Процесс фрезеровки

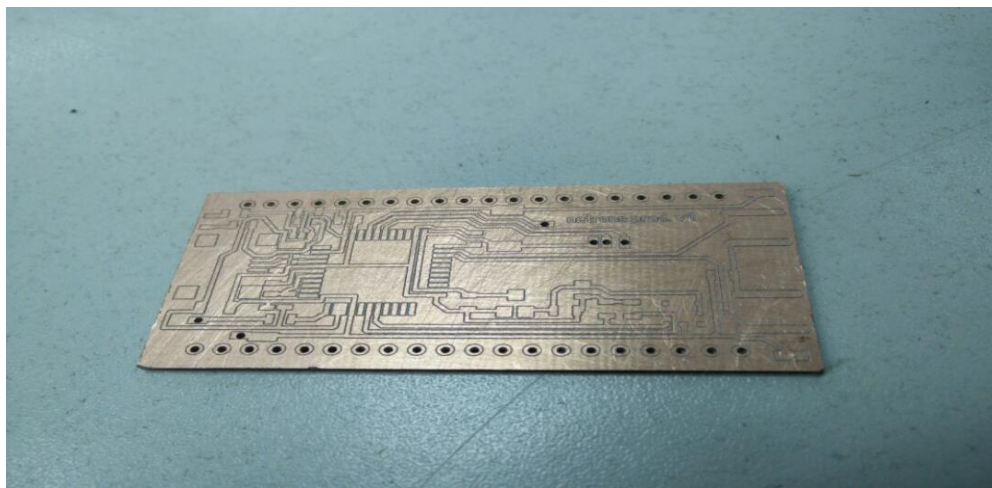


Рис.4 –Плата после фрезеровки

Высотомеры эксплуатируются в условиях с высокой влажностью и с резкими перепадами температур. В следствии этого требуется нанесение специального защитного слоя, так называемой паяльной маски. Без защитного слоя возможен отказ работы прибора в момент свободного падения.

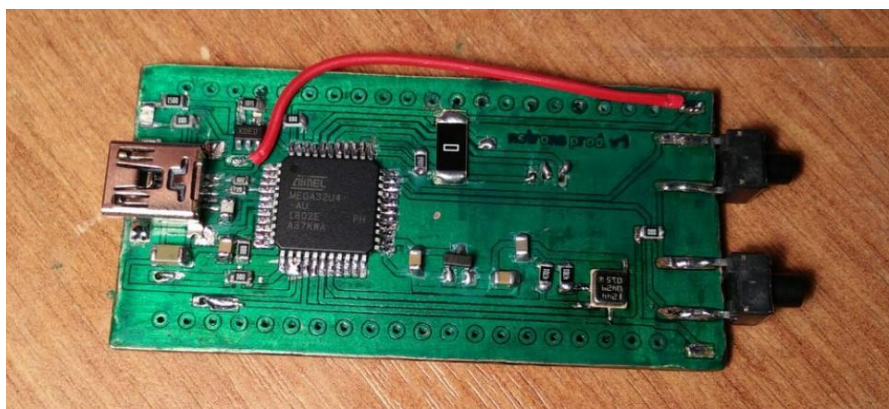


Рис.5 – Верхний слой с нанесённой маской и компонентами





Рис.6 – Нижний слой с нанесённой маской и компонентами

Моделирование производилось в программе «SolidWorks». На рисунке 9 предоставлена 3-D модель.

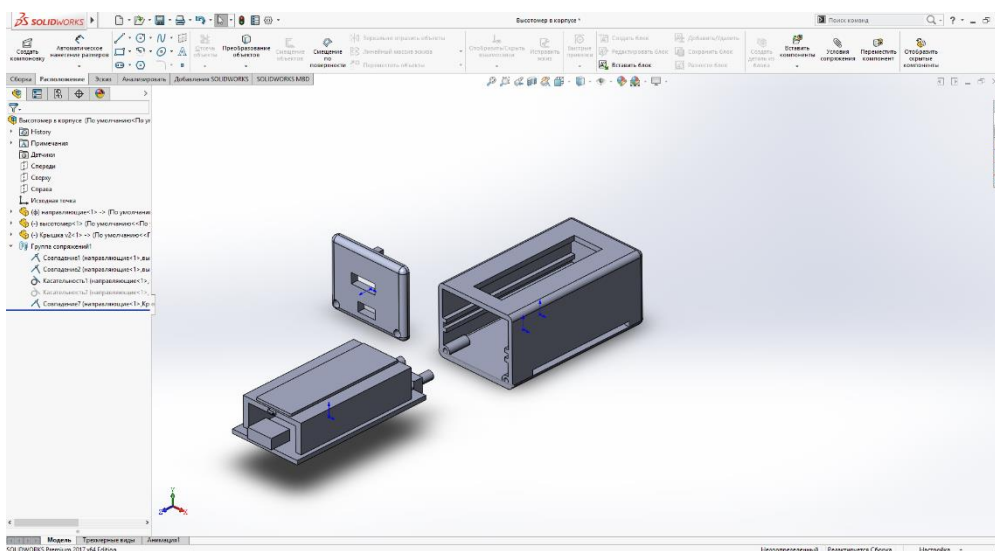


Рис.9 – 3D модель

Важное значение имеет способ крепления высотомера. Недопустимы элементы, которые могут помешать раскрытию парашюта. Прибор должен быть закреплён на руке или на грудной перемычке подвесной системы, для того чтобы парашютист смог посмотреть на прибор в свободном падении и определить высоту. Всё это было учтено при проектировании корпуса высотомера и системы крепления. Корпус был изготовлен на 3-D принтере MakerBot.



Рис.7 – Корпус с платой



Рис.8 Плата в корпусе

### **Программирование.**

В качестве микроконтроллера был использован ATmega 32u4. Программирование велось в среде «Arduino».

### **Результаты исследования и их обсуждение.**

Первые испытания проходили на Аэродроме Волосово. Тестирование было проведено пилотом самолёта АН-2. На протяжении всего полёта сравнивались показания с аналоговым высотомером самолёта. В дальнейшем работа прибора была проконтролирована инструкторским составом и членами аэроклуба Волосово. При спуске показания прибора совпадали с показаниями основного прибора. Отсутствовали резкие изменения в показаниях высоты. После приземления высотомер показывал высоту 0 метров.

Себестоимость прибора составила примерно 2500 руб.

### **ВЫВОДЫ**

Доступность компонентов, простота в изготовлении и программном обеспечении позволят значительно удешевить прибор. Целесообразно доработать проект для мелкосерийного производства.

В дальнейшем планируется изменить элемент питания на дисковую литиевую батарею, это уменьшит габариты прибора. Также нужно поменять дисплей, на котором сегменты имеют больший размер, для улучшения видимости цифр на приборе

### **Информационные источники**

1. Печатные платы. Выбор базовых материалов. Г. В. Мылов. 2015 г.
2. Воздушная оболочка Земли. Погосян Х.П. – Ленинград: Гидрометеорологическое издательство, 1962. – 294 с
3. Журнал "Alpinismus" №6, Мюнхен, июнь 1970 г. Пит Шуберт
4. Самоучитель разработчика устройств на микроконтроллерах. БЕЛОВ А.В. – 2008 год.
5. Микроконтроллеры AVR семейства Tiny и Mega фирмы ATMEL. ЕВСТИФЕЕВ А.В. – 2008 год.
6. Григорьев П.В., Егоркин К.С., Кириллов А.В., Костюченко С.В., Лобанов В.С. Мехатронный модуль с органом технического зрения // Сборник научных трудов. 14-ая молодежная научно-техническая конференция "Научные технологии и интеллектуальные системы 2012". – М.: изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 25-26 апреля 2012 г. – с.202-208.
7. Кириленко В.Д. Устройство автофокусировки лазерного луча для модификации станка лазерной резки // Сборник научных трудов. 18-ая молодежная международная научно-техническая конференция "Научные технологии и интеллектуальные системы 2016". – М.: изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 20 апреля 2016 г. – с.234-239.
8. Сайт Объединенного Студенческого Конструкторского Бюро. Режим доступа: <http://class.skycluster.net> – Проверено 10.02.2018г.
9. Vlasov A., Yudin A. DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM IN MOBILE ROBOT APPLICATION: GENERAL APPROACH, REALIZATION AND USAGE // Communications in Computer and Information Science. 2011. T. 156 CCIS. C. 180-192.