

3. Раушенбах Б.В., Токарь Е.Н. Управление ориентацией космических аппаратов. М.: Наука, 1994.-600с.

## **РАЗРАБОТКА ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА «СТРАТОСАТ» ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНО — ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ В СТРАТОСФЕРЕ**

*Бетенекова Н.В.*

*Томский политехнический университет г. Томск*

*Научный руководитель: Бориков В.Н., д.т.н., профессор кафедры  
точного приборостроения*

В 1930 году, швейцарским учёным Пикаром, был сконструирован и построен первый в мире стратостат – летательный аппарат, использующий для полёта подъёмную силу заключённого в оболочке газа и предназначенный для полётов в стратосферу (на высоту 11- 30 километров). В 1931 году, Пикар осуществил первый полёт в стратосферу. С этого периода времени, активно начинается использование стратостатов и других летательных аппаратов, имеющих такой же принцип подъёма, для проведения научно- исследовательских экспериментов в условиях стратосферы.

Сейчас, среди групп энтузиастов и студентов, конструирование и запуск стратостатов является очень популярным занятием. В 2015 году, появилась идея, запустить стратостат, собранный и сконструированный при поддержке Томского Политехнического университета. Главным отличием данного летательного аппарата, от уже использующихся, является применение в качестве полезной нагрузки прототипа спутника формата Cubesat. Именно поэтому, данный летательный аппарат получил название “Стратосат” (Stratosat от англ. Stratosphere- стратосфера и satellite- спутник).

Данный стратосат разрабатывается в научно - исследовательских целях. Областью применения изделия является получение научно - практической информации о характеристиках стратосферы и производства аэросъёмки.

Стратосат рассчитан на выполнение работ в условиях стратосферы:

- 1.Высота: от 11 до 30 км
- 2.Давление: от 1 до 100 кПа
- 3.Температура: от -40 до +40 °С
- <sup>4</sup>Плотность: от 1.2 до 0.01 кг/м<sup>3</sup>

В качестве бортового компьютера летательного аппарата используется модульная конструкция, основой которой является отладочная плата Arduino Pro Mini на базе микроконтроллера ATmega-328P (рис. 1).

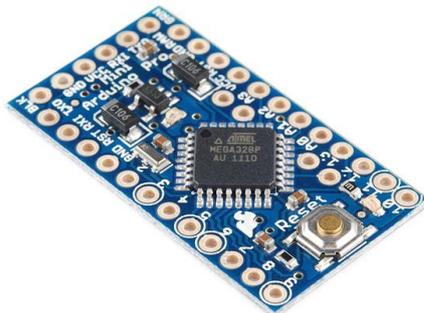


Рис. 1. Arduino Pro Mini

Для стабилизации напряжения питания используется регулируемый стабилизатор питания, который позволяет повышать напряжение 3,7 В с аккумуляторов до необходимых микроконтроллеру и датчикам 5В (рис. 2).



Рис. 2. Стабилизатор питания XL6009E1

Одним из основных предназначений стратосата является измерение атмосферных параметров давления и температуры в стратосфере, для этих целей в данном устройстве используется несколько датчиков: барометрический датчик давления и датчик температуры - BMP 180 (рис. 3).

Для получения информации о положении стратосата в пространстве используются три датчика: трёх осевой акселерометр, трёх осевой гироскоп и трёх осевой магнитометр - MPU 9250 (рис. 4).



Рис. 3 –BMP 180



Рис. 4 –MPU 9250

Связь между летательным аппаратом и наземным приемным устройством осуществляется с помощью GPS и GSM датчиков. С GPS данные о местоположении передаются в формате текстового сообщения с помощью встроенного в бортовой компьютер микроконтроллера, через GSM-датчик по каналу мобильной связи. Приемником в данном случае выступает мобильный телефон или компьютер, при наличии подключенной ранее функции «Виртуальный номер».

Аэросъемка в летательном аппарате производится цифровым фотоаппаратом под управлением микрокомпьютера Arduino в автоматическом режиме.

За основу для изготовления конструкции корпуса стратосата, взят корпус спутника формата Cubesat 1U (one unit). Проведенные статический (оценка прочности разработанной конструкции по допускаемым напряжениям) и частотный (проверка наличия резонансных частот в рабочем частотном диапазоне изделия) анализы свидетельствуют о соответствии корпуса стандартам изделий космического назначения.



Рис. 5. Спутник формата Cubesat 1U

Помимо корпуса формата Cubesat 1U для летательного аппарата «Стратосат» спроектирован альтернативный вариант модели корпуса в программной среде трехмерного моделирования T-Flex (рис. 6).

Изготовление данной модели предполагается осуществлять с помощью 3D принтера из углепластика. Преимущества: малый вес, высокая прочность, отличная работа на растяжение.

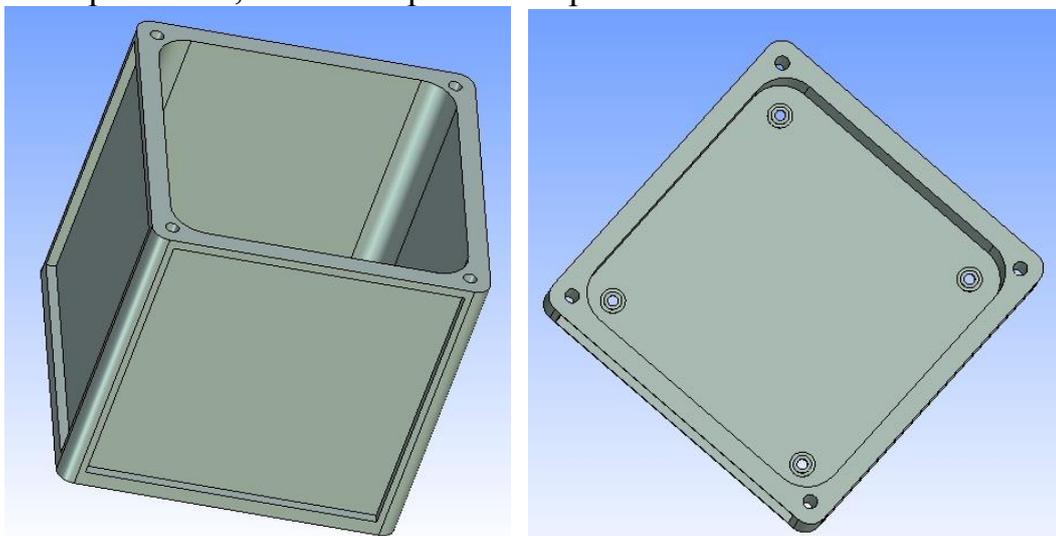


Рис. 6. Конструкция корпуса, в программе T-Flex

Для подъема стратосата на необходимую высоту, используется метеорологический шар наполненный гелием. Причина выбора данного метода — высокие показатели подъемной силы и надежности метеорологического шара.

После проведения исследований в стратосфере летательный аппарат осуществляет спуск с парашютом. В данном стратостате, парашют будет крепиться между шаром и полезной нагрузкой.

Уже сейчас, можно сказать, что данная конструкция не уступает многим стратостатам, которые были разработаны и запущены группами энтузиастов. Поэтому в ближайшее время, планируется сборка и запуск разработанного стратосата.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ СПУТНИКА ФОРМАТА CUBESAT С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ T-FLEX CAD**

*Битуева М.И.*

*Томский политехнический университет, г. Томск,  
Научный руководитель: Костюченко Т.Г., к.т.н., доцент  
кафедры точного приборостроения*

В 2016 г. в ТПУ предполагается запуск университетского малого космического аппарата (МКА). В настоящее время ведется работа по проектированию аппарата. В рамках этой работы проводится