

# Примеры проектов и исследований для конкурса "Высший пилотаж"

Секция "Современное спутникостроение"

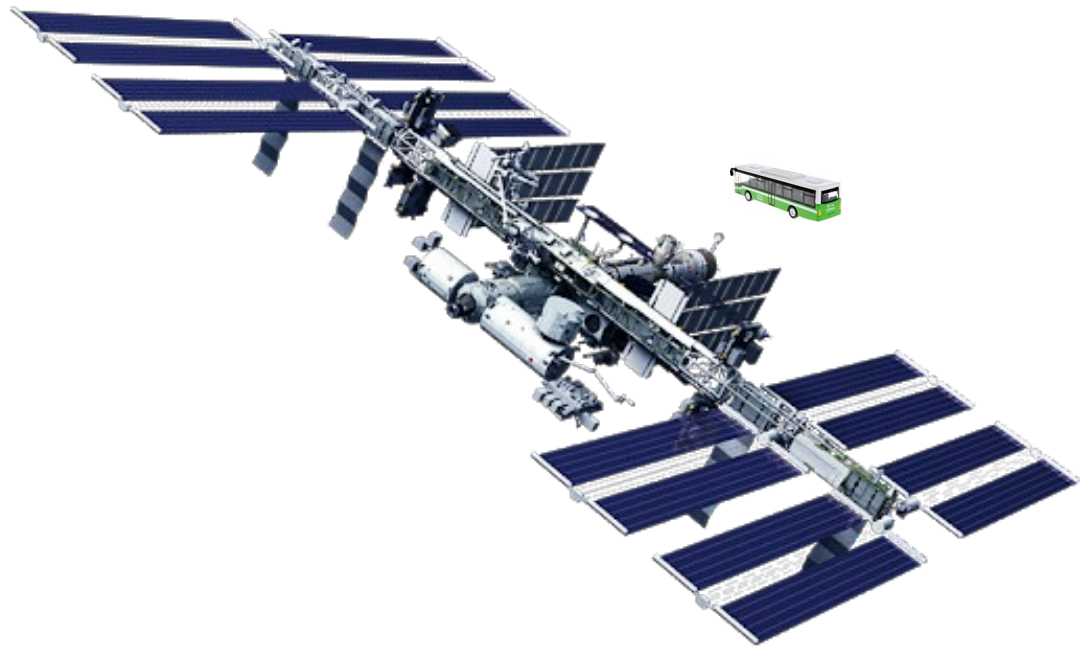
# Что такое спутник

Космический летательный аппарат, вращающийся вокруг Земли со скоростью равной или большей первой космической скорости.

Самый большой искусственный спутник Земли — это МКС. Ее масса 420 тонн.

Высота орбиты около 410 км

Скорость около 7.66 км/с





# Классификация спутников

Спутники дистанционного зондирования Земли

Метеорологические спутники

Спутники связи

Навигационные спутники

Научные спутники

Обычные спутники имеют массу более 1 тонны.

Лёгкие спутники —от 500 до 1000 кг

Миниспутники —от 100 до 500 кг

Микроспутники —от 10 до 100 кг

Наноспутники (в т.ч.кубсаты)—от 1 до 10 кг

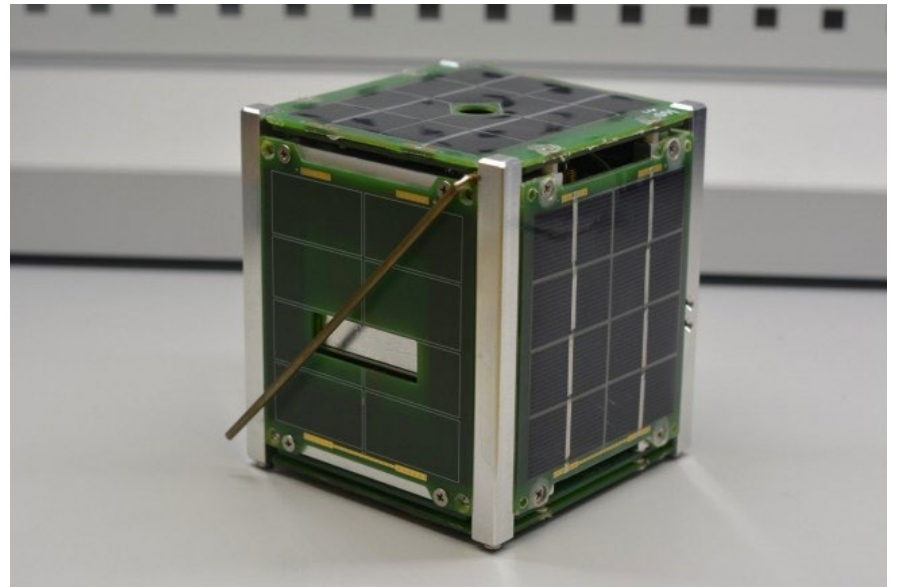
Пикоспутники —от 100 г до 1 кг

Фемтоспутники —менее 100 грамм

---

# Кубсаты

Базовый размер называется 1U и составляет 10x10x10 см при весе не более 1,33 кг.

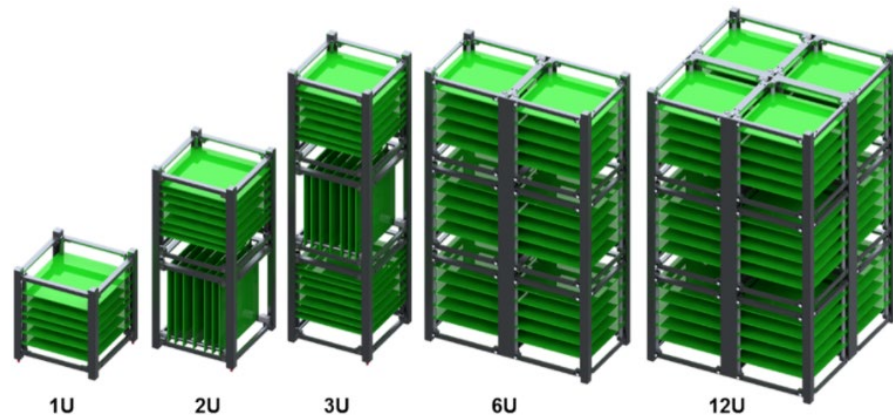


# Кубсаты

Стандарт допускает объединение 2 или 3 стандартных кубов в составе одного спутника (обозначаются 2U и 3U и размерами 10x10x20 см или 10x10x30 см).

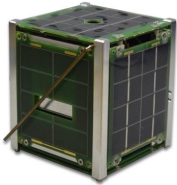
размер аппарат 6U—10x20x30 см

размер аппарата 12U—20x20x30 см





## Кубсаты компании Спутникс



ОрбиКрафт-Про 1U



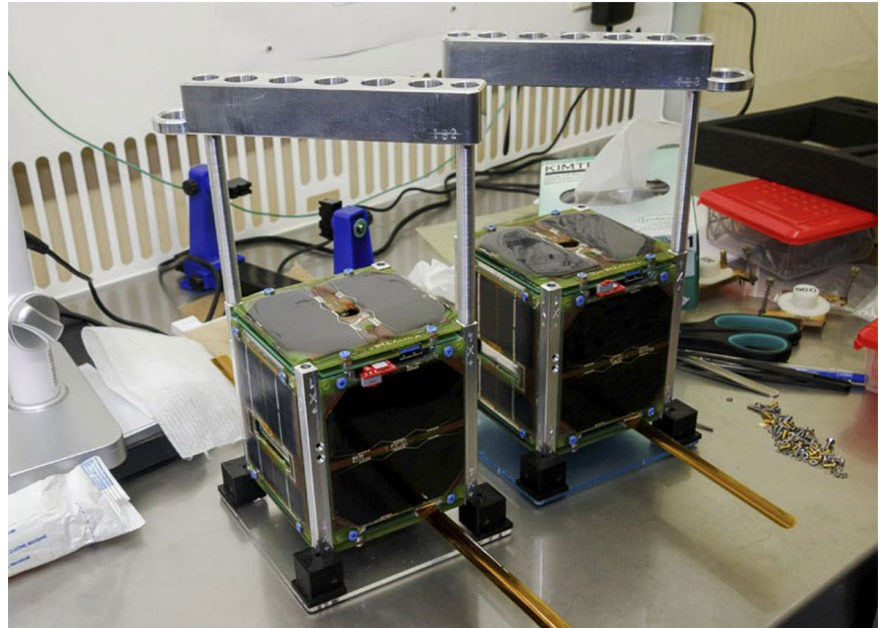
ОрбиКрафт-Про 3U



ОрбиКрафт-Про 6U

## SiriusSat - 1 и SiriusSat-2

В настоящее время на орбите  
работают два спутника  
собранные школьниками из  
конструкторов ОрбиКрафт-Про 1U



# Конструктор спутника "ОрбиКрафт 3D"

Архитектура конструктора аналогична архитектуре реальных космических аппаратов формата кубсат.

Аппарат является прототипом спутника дистанционного зондирования Земли (LPP), так как оснащен камерой.

Отличие от реального аппарата — наличие одного маховика, что позволяет стабилизировать аппарат только вокруг вертикальной оси  $Z$ .



В финале конкурса Terra Notum команды будут программировать "ОрбиКрафт 3D"



# Основные системы "ОрбиКрафт 3D"

Бортовая вычислительная машина —БВМ

Система электропитания — СЭП

Управляющий двигатель-маховик — УДМ

Приемопередатчик —УКВ

Датчик угловой скорости —ДУС

Магнитометр

Солнечные датчики

Камера

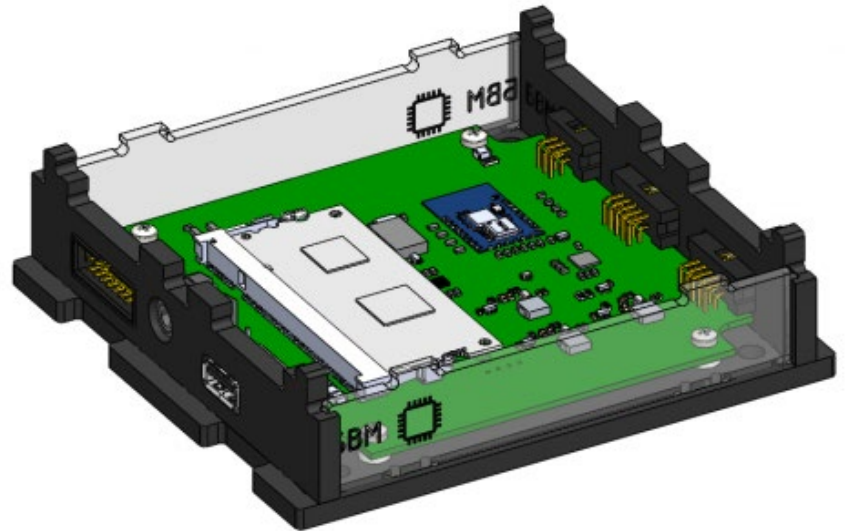


# Бортовая вычислительная машина — БВМ

Микроконтроллер Raspberry 3

Дополнительно на плате установлены датчики:

- Датчик угловой скорости — ДУС
- Магнитометр
- WiFi





# ДУС и Магнитометр

Задача стабилизации аппарата очень важна, пока аппарат вращается, он не сможет сделать качественную фотографию.

Датчик угловой скорости возвращает 3 скорости вращения вокруг осей  $X, Y, Z$

И используется при стабилизации аппарата.

Если угловая скорость вращения равна нулю, то аппарат стабилизирован — не вращается.

Магнитометр сообщает о направлении вектора магнитного поля. Он возвращает три величины — проекции вектора магнитного поля на оси  $X, Y, Z$

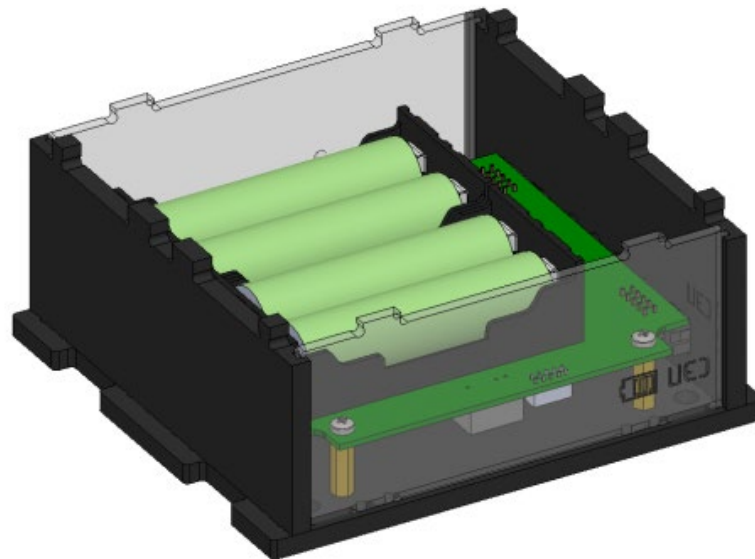
Магнитометр вместе с солнечными датчиками позволяет определять ориентацию аппарата.

# Система электропитания — СЭП

Тип аккумулятора — Li-Ion

Напряжение аккумулятора 5.0В – 8.5В

Емкость — 9 А/ч

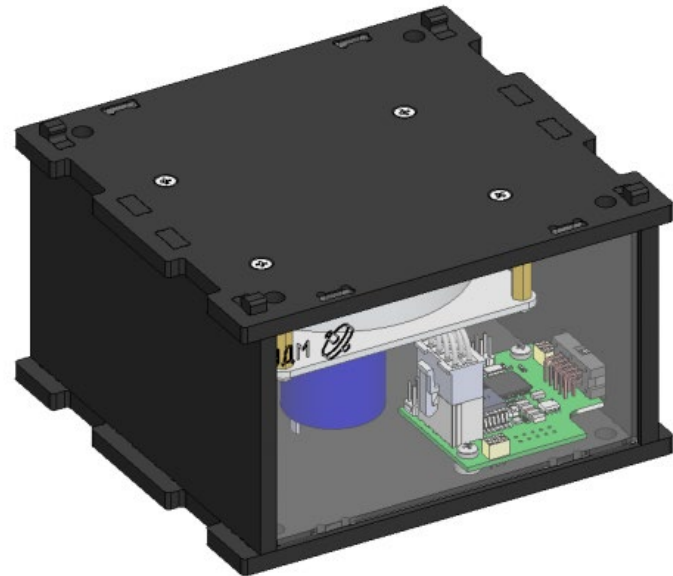




# Управляющий двигатель -маховик — УДМ

Осей вращения —1

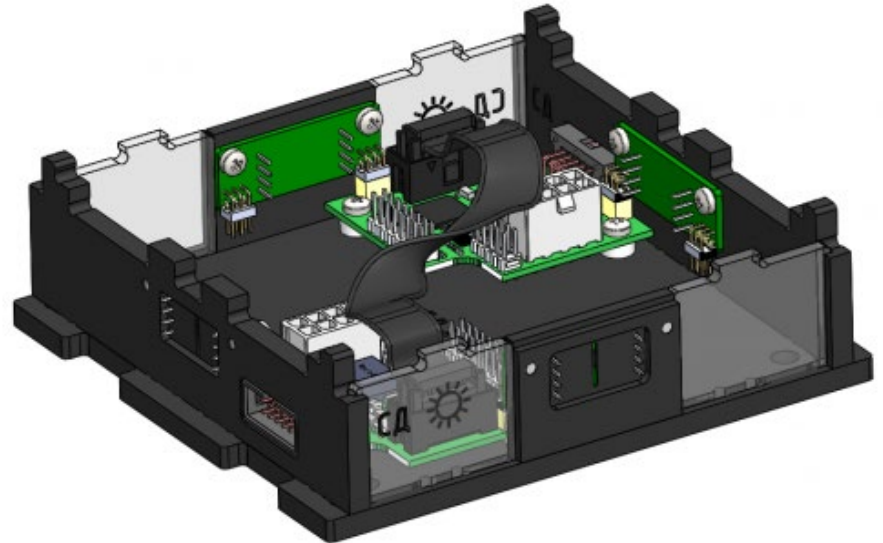
Скорость от -5000 до 5000 об/мин



# Солнечные датчики

У космического аппарата может быть несколько солнечных датчиков, позволяющих определить направление на Солнце.

У ОрбиКрафт 3D всего 4 солнечных датчика. Каждый из них возвращает направление на Солнце в градусах от -50 до 50.





# Проекты для конкурса

Все проекты базируются на Arduino

Желательно создавать проекты “в железе”, однако допускается разработка проектов в среде моделирования:

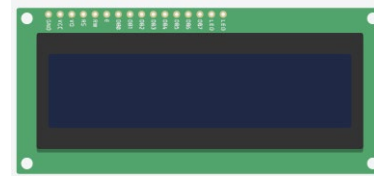
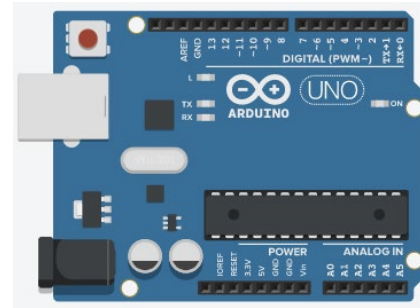
<https://www.tinkercad.com/>

<https://www.virtualbreadboard.com/>

# Создание маховика

Разработать маховик с массой диска не более 100г. на базе электромотора с управлением от микроконтроллера Arduino. Маховик должен иметь датчик скорости и выводить информацию о скорости своего вращения на ЖК дисплей типа 1602А.

*Необходимые материалы и оборудование: ПК, Arduino, дисплей, электромотор.*

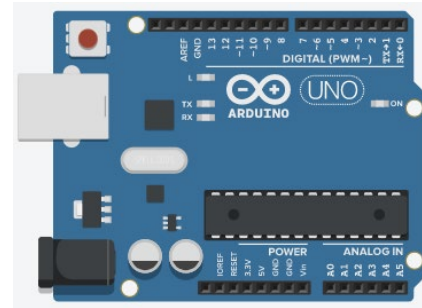




# Создание компаса

Разработать компас на базе микроконтроллера Arduino с использованием магнитометра и дисплея типа Nokia 5110. Магнитометр должен быть откалиброван чтобы точность компаса была не менее 3 градусов.

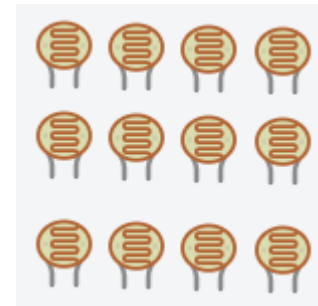
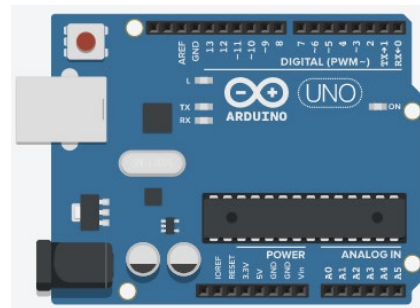
*Необходимые материалы и оборудование: ПК, Arduino, дисплей, магнитометр.*



# Создание солнечного датчика

Разработать солнечный датчик, который будет на базе микроконтроллера Arduino. Угол направления на источник света (в градусах) должен выводиться в монитор порта или на дисплей. Солнечный датчик должен определять направление на наиболее яркий источник света (от 1000 лм) с минимальной погрешностью (но не более 20 градусов) и определять угол в диапазоне 360 градусов по одной оси (горизонтальной).

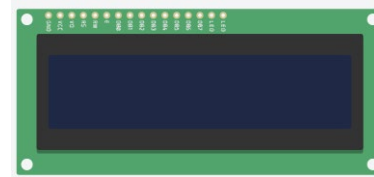
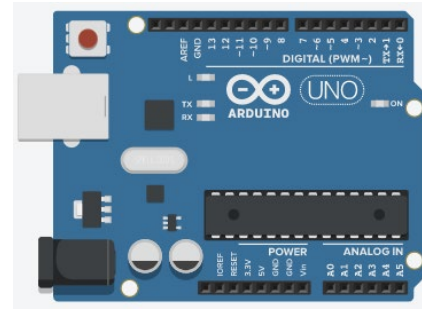
*Необходимые материалы и оборудование: ПК, Arduino, фотоэлементы - 16 шт*



# Создание высотомера

Разработать высотомер на базе микроконтроллера Arduino с использованием барометра и ЖК дисплея типа 1602А. Высотомер должен измерять высоту относительно уровня Земли с точностью не менее 5 метров.

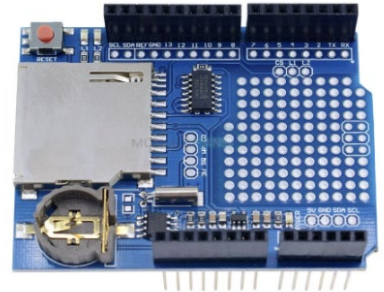
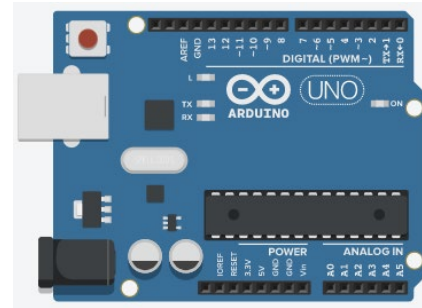
*Необходимые материалы и оборудование: ПК, Arduino, дисплей, барометр.*



# Создание “черного ящика”

Разработать на базе микроконтроллера Arduino “черный ящик”, записывающий на SD карту параметры с 5 датчиков с частотой 1 запись в 10 секунд. Разработать софт для ПК для расшифровки информации с SD карты.

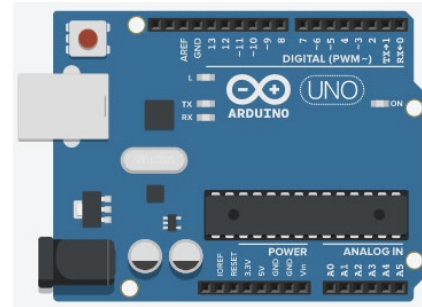
*Необходимые материалы и оборудование: ПК, Arduino, шилд для SD карты.*



# Создание декодера азбуки Морзе

Разработать декодер азбуки Морзе на базе микроконтроллера Arduino с использованием микрофона и дисплея типа Nokia 5110. Декодер должен успевать раскодировать код передаваемый со скоростью не более 120 знаков в минуту.

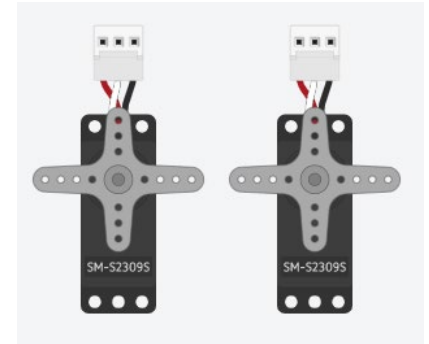
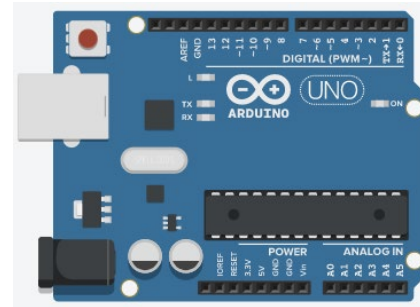
*Необходимые материалы и оборудование: ПК, Arduino, дисплей, датчик звука.*



# Управление солнечными панелями.

Разработать двухосевую систему ориентации солнечных панелей, которая будет управляться с помощью микроконтроллера Arduino. Система должна поворачивать две солнечные панели, каждая из которых имеет массу от 50 до 200 г и площадь от 0,02 до 0,05 м<sup>2</sup>, перпендикулярно источнику света и поддерживать это направление при перемещении источника света относительно солнечных панелей на угол до 90 градусов по каждой оси.

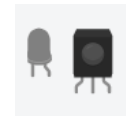
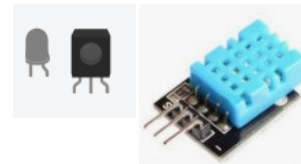
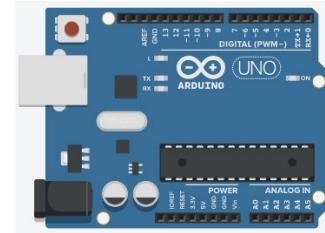
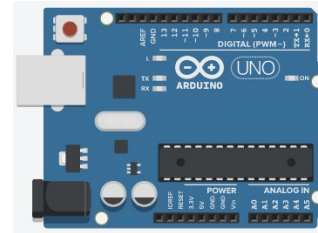
*Необходимые материалы и оборудование: ПК, Arduino, сервомоторы - 4 шт., солнечные панели - 2 шт.*



# Создание системы передачи телеметрической информации

Разработать систему передачи информации между двумя микроконтроллерами Arduino с использованием ИК светодиодов. Постараться добиться максимальной скорости передачи данных на расстоянии 1 м. Необходимо одновременно передавать информацию о температуре, напряжении на аккумуляторе и потребляемом токе

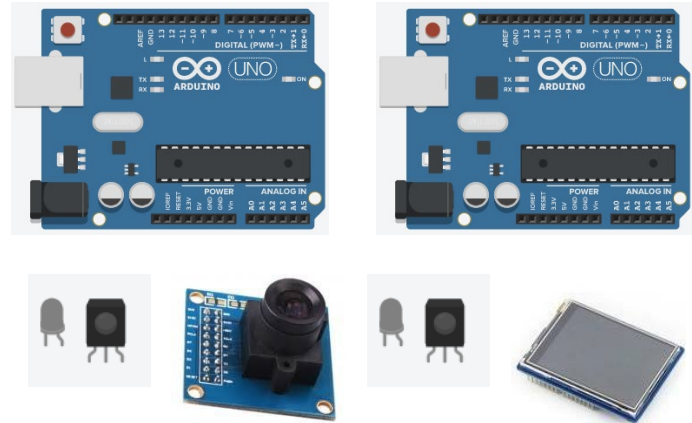
*Необходимые материалы и оборудование: ПК, Arduino-2шт., ИК светодиод - 2шт. ИК датчик - 2шт. Термодатчик.*



# Создание системы передачи фотографий между спутниками для передачи изображений по защищенному каналу связи

Разработать систему передачи информации между двумя микроконтроллерами Arduino с использованием ИК светодиодов на расстоянии 1 м. Постараться добиться максимальной скорости передачи данных. Необходимо передать фотографию в вебкамеры, подключенной к одному Arduino и отобразить ее на дисплее другого Arduino.

*Необходимые материалы и оборудование: ПК, Arduino- 2шт., ИК светодиод - 2 шт. ИК датчик - 2шт. Дисплей, Вебкамера.*

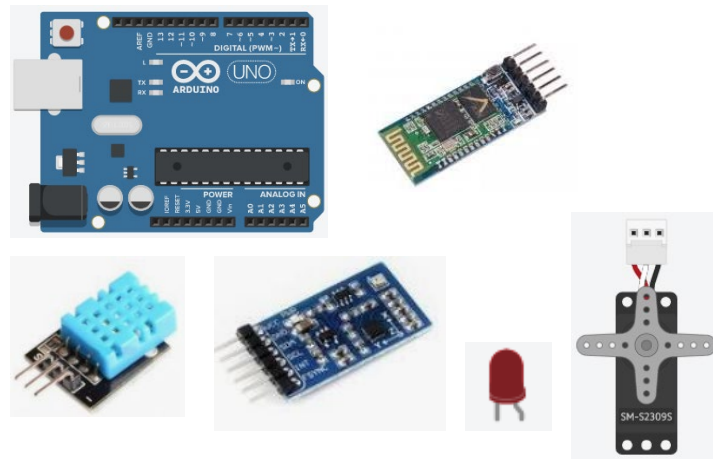




# Создание Центра управления полетом

Необходимо разработать программу для персонального компьютера под управлением Windows, которая будет обмениваться информацией по Bluetooth с Arduino и отображать на экране «телеметрическую» информацию, получаемую с датчиков, а также отправлять на Arduino команды управления режимами работы (светодиодами и сервомоторами). На компьютер необходимо передавать температуру, ток и напряжение аккумулятора, а также три показания магнитометра и три показания датчика угловой скорости и датчика освещенности.

*Необходимые материалы и оборудование: ПК, Arduino, Bluetooth Shield, светодиод, сервомотор, термодатчик, магнитометр, датчик угловой скорости.*





# Исследования для конкурса

- Сравнение полезной нагрузки спутников серии NOAA и Meteor
- Сравнение группировок навигационных спутников GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou
- Исследование рынка компонентов для создания кубсатов.
- Исследование производителей кубсатов
- Исследование причин отказов кубсатов на орбите
- Исследование зарубежного опыта обучения школьников основам спутникостроения
- Исследование перспективных материалов для создания спутников
- Исследование вариантов солнечных датчиков для кубсатов
- Исследование вариантов магнитометров для кубсатов
- Исследование вариантов маховиков для кубсатов
- Исследование вариантов двигателей для кубсатов
- Исследование вариантов солнечных панелей для кубсатов
- Исследование вариантов аккумуляторов для кубсатов
- Исследование вариантов радиопередатчиков для кубсатов
- Исследование вариантов компоновки кубсатов
- Исследование орбит кубсатов