#### **Практическая работа № 2. Ivan Xartiou(Курс: Программирование дронов)**

#### **Задание 1. Выбор компонентов для автономного БЛА**

Выберите из перечня компоненты, которые необходимы для создания аппарата типа гексакоптер (винтомоторная группа включает в себя шесть электродвигателей) и его навигационной системы.

Аппарат должен выполнять навигацию при помощи оптико-лучевой навигационной системы, обрабатывать данные с камеры при помощи одноплатного компьютера и отправлять данные на автопилот БЛА. Для работы одноплатного компьютера требуется обеспечение электропитания 5 Вольт 2 Ампера постоянного тока.

Батарея аппарата должна состоять из 4-х элементов ёмкостью не менее 4000 мА/час. У аппарата должна быть возможность ручного управления с аппаратуры. Полёт аппарата планируется осуществлять внутри помещения.

|  |  |
| --- | --- |
| Название компонента | Аргументация |
| Рама гексакоптера | гексакоптер - винтомоторная группа включает в себя шесть электродвигателей, поэтому рама состоит из 6 лучей |
| Электродвигатель - 6 шт. | гексакоптер - винтомоторная группа включает в себя шесть электродвигателей.  переводит эл. энергию в мех. энергию движения пропеллеров |
| Пара пропеллеров - 3 пары(6шт.). | гексакоптер - винтомоторная группа включает в себя шесть электродвигателей. пропеллер является движителем ЛА и крепится к мотору. для компенсации момента - направление движения каждой диагонали противоположно друг другу. |
| АКБ - 4 шт | Согласно заданию - Батарея аппарата должна состоять из 4-х элементов емкостью не менее 4000 мА/час. |
| Разъем для подключения АКБ к плате распределения питания(нет в списке) | для удобства подключения. |
| Плата распределения питания | Позволяет удобно развести питание от АКБ ко всем потребителям(Двигатели, автопилот, микрокомпьютер, …) |
| Регулятор оборотов - 6 шт | На каждый двигатель. Преобразуют постоянный ток с АКБ в трехфазный и передают на обмотки эл.двигателя. Так же получают команды от автопилота для достижения требуемой тяги. Микроконтроллер регулятора принимает сигнал о количестве оборотов и таким образом регулирует. |
| Автопилот | Позволяет управлять нашим гексакоптером абстрагируясь от прямого управления силовой частью.  Мы задаем направление движения, а автопилот передает команды на двигатели Питается от АКБ, подключается к микрокомпьютеру через УСПП.  Управление угловой скоростью, ориентация и положение ЛА осуществляет автопилот на основе показания датчиков.  К автопилоту подключаются множество датчиков и устройств ЛА |
| Приемник радиоуправления | Для приема команд автопилоту от аппаратуры управления, в нашем случае -ручного управления с аппаратуры |
| Стабилизатор напряжения | Для бесперебойного питания одноплатного компьютера от АКБ.  Для работы одноплатного компьютера требуется обеспечение электропитания 5 Вольт 2 Ампера постоянного тока |
| Одноплатный компьютер | Решает задачи по управлению ЛА.  От базового управления траекторией, построения карт и до сложных нейросетевых алгоритмов принятия решений. |
| Цифрова камера | Передает данные для обработки на микрокомпьютер и далее на автопилот.  Позволяет оператору визуально следить за окружением ЛА. |
| Навигационный приемник оптико лучевой | Для ориентации внутри помещения и во избежание переотражения сигнала при навигации внутри помещения используют оптико-лучевые НС. Для работы требуется базовая станция(МАЯК) |
|  | Для возможности управления с помощью ручного управления на дроне должны быть антенны и сам блок управления. |
|  |  |

#### 

#### **Задание 2. Описание принципа работы навигационной системы**

Что нужно сделать

1. Выберите тип навигационной системы: ГНСС (глобальная спутниковая навигационная система) или БИНС (бесплатформенная инерциальная навигационная система).
2. Опишите аппаратное устройство выбранного навигационного комплекса (перечислите, какие устройства туда входят и в чём их функция).
3. Опишите связи компонентов между собой и укажите принцип получения навигационного решения.
4. Перечислите основные преимущества и недостатки выбранной вами навигационной системы.

**ГНСС** – это система радионавигационных спутников земли, службы контроля и управления приемников спутниковых радиосигналов, обеспечивающие координатно-временные определения на земной поверхности и околоземном пространстве.

Спутниковые системы навигации также позволяют получить скорость и направление движения приёмника сигнала. Кроме того, могут использоваться для получения точного времени. Такие системы состоят из космического оборудования и наземного сегмента (систем управления).

ГЛОНАСС(Россия), Бэйдоу(Китай), GPS(США) - эти три спутниковые системы обеспечивают полное покрытие и бесперебойную работу для всего земного шара.

**Основные элементы** (аппаратное устройство) спутниковой системы навигации:

* орбитальная группировка спутников(Спутниковая группировка), излучающих специальные радиосигналы;
* наземная система управления и контроля (наземный сегмент), включающая блоки измерения текущего положения спутников и передачи на них полученной информации для корректировки информации об орбитах;
* аппаратура потребителя спутниковых навигационных систем («спутниковые навигаторы»), используемая для определения координат;
* Система коррекции - наземная система радиомаяков, позволяющая значительно повысить точность определения координат]
* информационная радиосистема для передачи пользователям поправок, позволяющих значительно повысить точность определения координат

Минимальное необходимое количество спутников для определения корректного местоположения в пространстве - четыре.

**Принцип работы** спутниковых систем навигации построен на измерение расстояния от антенны на объекте до спутников. Альманахом называют таблицу положений всех спутников, которой должен располагать каждый спутниковый приемник перед началом измерений. Каждый спутник в своем сигнале передает весь альманах, на основе которого с помощью обычных геометрических построений можно вычислить местоположение объекта. Каждый спутник системы излучает сигналы точного времени, используя синхронизированные с системным временем атомные часы для возможности измерить время распространяемого радиосигнала. Навигационный приемник, располагая такой информацией, вычисляет координаты антенны. А такие параметры движения, как скорость, пройденное расстояние, курс, измеряется на основе измеряемого времени затраченного на перемещение объектом между двумя и более точками с определенными координатами.

**Основными достоинствами** спутниковых систем навигации являются глобальность, оперативность, точность. Результаты ГНСС предоставляются в цифровом виде и могут легко экспортироваться в картографические и географические информационные системы, позволяет круглосуточно при любых погодных условиях определять координаты объектов в любой точке Земного шара. Большая высота полёта спутников позволяет принимать сигнал на всем земном шаре при достаточно простым приемным антенном устройстве.

**Недостатки ГНСС:**

Для определения местоположения GPS-трекеру необходим обзор неба. Возникновение при их работе ошибки, вызываемой многолучевостью, которая обусловлена многократными переотражениями сигнала со спутника от окружающих предметов и поверхностей до того, как он попадает в антенну приемника. Ошибки, вызванные многолучевостью, все время меняются, что вызвано движением спутников. Одним из факторов, ухудшающих результаты спутниковых измерений, могут также стать помехи от близко расположенных мощных источников радиоизлучений: локаторов, теле- и радиопередающих станций и т. п.

**БИНС (бесплатформенная инерциальная навигационная система).**

**БИНС** стали основой навигационных комплексов современных подвижных объектов. Это обусловлено тем, что они дают полную информацию о навигационных параметрах движения – углах курса, тангажа (дифферента), крена, ускорения, скорости движения и координатах объекта. При этом они почти автономны, так как требуют минимум внешней информации. Благодаря возможности определения углового положения объекта с высокой точностью в любом диапазоне углов и с высокой частотой выдачи информации, БИНС к настоящему времени не имеют альтернативы. Сущность инерциальной навигации заключается в вычислении навигационного решения для задач ориентирования, позиционирования или стабилизации. Данный метод обрёл популярность благодаря возможности автономного (без участия сигнала от спутника) вычисления навигации, помехозащищенности и способности автоматизировать все навигационные процессы.

С 60-х годов прошлого века началась активная разработка бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИНС).Привлекательность таких систем в том, что в них не требуется гиростабилизированная платформа (ГСП) – наиболее сложный, следовательно, дорогостоящий узел ИНС. В БИНС акселерометры и гироскопы устанавливают непосредственно на борту объекта, а электромеханическую модель (ГСП) системы координат заменяют математической моделью.

**Основные элементы** (аппаратное устройство) инерциальных навигационных систем : **гироскоп** (определение угловых скоростей), **акселерометр** (определение кажущегося линейного ускорения, выступают корректорами гироскопов), высокопроизводительный **вычислитель** с математическими алгоритмами (вычисление навигационных задач, обработка и фильтрация данных).

**Связи компонентов между собой и принцип получения навигационного решения в БИНС.**

В БИНС вместо гиростабилизированной платформы используют блок гироскопов и акселерометров с вычислителем. Гироскопы с акселерометрами (блок инерциальных чувствительных элементов) при этом устанавливают жестко на борту объекта. Блок чувствительных элементов, выдающих информацию о векторе кажущегося ускорения *xyz* в проекциях на оси связанной с объектом системы координат *xyz* , а также о векторе угловой скорости *xyz* в проекциях на оси той же системы координат. В вычислителе происходит преобразование проекций ускорения из связанной системы в навигационную (например, географическую сопровождающую). Для этого по данным об угловой скорости (или другой информации) вычисляют направляющие косинусы между осями указанных систем координат. Из них также вычисляют углы положения объекта: курс , крен , тангаж.

***Достоинства БИНС:***

1. Измерение полного набора навигационных параметров – ускорения, скорости, координат, углов положения объекта (курс, крен, тангаж), угловых скоростей объекта и ряда других вспомогательных.

2. Полная автономность, т.е. возможность работать независимо ни от видимости ориентиров, маяков, светил, ни от положения или движения объекта; помехозащищенность (невозможно создать помехи, мешающие работе ИНС).

3. Высокая скорость определения и выдачи данных (100 Гц и более)

4. Невозмущаемость относительными ускорениями при действии относительных (относительно Земли) ускорений. Как следствие, отсутствуют погрешности в выходных данных по всем навигационным параметрам.

***Недостатки БИНС:***

1. Необходимость ввода начальных условий (начального положения объекта , начальных значений скорости,начальных координат), что необходимо для использования метода счисления пути; необходимость учета формы Земли и параметров гравитационного поля в точке расположения подвижного объекта.

2. Требуется непрерывность работы (или после перерыва в работе необходимо вновь вводить начальные условия)

3. Нарастание ошибок со временем