

Курс по беспилотным авиационным системам на 32 академ часа (16 занятий), 11+.

Каждое занятие (пункт) - 2 академических часа.

1. Обзор видов БПЛА (планеры, мультикоптеры, вертолеты, конвертопланы, дирижабли, аэростаты и т.д.).

Теория:

- Основные различия в назначении и технической части.
- Особенности управления разными видами БПЛА:
 - a. Элементы управления планеров
 - b. Вертолетов
 - c. Статических БПЛА
 - d. Мультикоптеров
- Устойчивость разных видов БПЛА:
 - a. Устойчивость планеров в связи с особенностями аэродинамической схемы
 - b. Устойчивость вертолета в связи со сложной механикой винта (одновинтовые схемы с винтом на хвосте, двухвинтовые)
 - c. Шары и прочие аэростатические БПЛА (парящие, привязные)
 - d. Мультикоптеры - принцип обеспечения устойчивости благодаря электронике с системой управления.
 - e. Конвертопланы – смешанная схема, увеличенная дальность применения и сохранение вертикального взлета-посадки.

Практика:

1. Демонстрация одного Nanorix в режиме со стабилизацией и без стабилизации, анализ различий в поведении.
2. Сборка бумажного самолета и разбор обеспечения устойчивости
3. Демонстрация работы одновинтовой схемы и статических БПЛА (по видеоматериалам)

2. Особенности устройства мультироторных БПЛА

- a. Краткий обзор компонентов Nanorix
- b. Обзор различных типов (компоновка рамы, полетная конфигурация) мультироторных БПЛА
- c. Детальный обзор компонентов в коробке:
- d. Разбор состава платы управления
- e. Подключение к Wi-Fi сети телефона/ноутбука
- f. Разбор ключевых элементов интерфейса (заряд батареи, чувствительность, head-free, стики управления, кнопки включения и взлета, параметры системы)

3. Анализ телеметрии инерциальных сенсоров и сборка-наладка дрона

- a. Анализ телеметрии гироскопа

- b. Показания сенсора в покое, при вращении по разным осям, разные знаки скорости
- c. Анализ телеметрии лазерного дальномера
 - i. принцип работы лазерного приемника-передатчика
 - ii. показания при перекрытии полном/частичном
 - iii. увеличение шумности показаний при увеличении дистанции, разбор
- d. Сборка, подключение к смартфону/ПК, проверка корректности параметров 'на земле':
 - i. Работают все моторы
 - ii. Верная тяга пропеллеров (правильно установлены пропеллеры и моторы)
 - iii. Корректные показания датчика углового положения
 - iv. Корректные показания дальномера
 - v. Плотная установка АКБ, крышки и защиты
- e. Тестовые полеты

4. Обзор системы оценки углового положения

- a. воздействия на нее (включаем дрон, запускаем телеметрию углового положения):
 - i. Показания при неправильной калибровке горизонта
 - ii. Показания при неправильной калибровке гироскопа
 - iii. Анализ корректного поведения системы оценки - при любых вращениях она должна выдавать корректные углы
- b. Аналогичные ошибки настроек при полете, влияние системы оценки на полет
- c. Обзор и тестирование функции head-free
- d. Обзор и тестирование системы удержания высоты по лазерному дальномеру

5. Разбор альтернативных компоновок мультироторных БПЛА

- a. Классификация: мини-дроны, гоночные, фото-видео съемка, транспортные (доставка)
- b. Гексакоптер, октокоптер, соосные четные схемы
- c. Трикоптеры (обзор функциональности доп. серво мотора)
- d. Общая электронная схема мультикоптера, сравнение со схемой Naporix, демонстрация присутствующих/отсутствующих (интегрированных) элементов
- e. Типы полетных контроллеров: для коллекторных дронов (Naporix), для бесколлекторных: гоночные, фото-видео, для автономных миссий.
- f. Обзор основных характеристик полетных контроллеров (типы приемников, выходы, интерфейсы подключения периферии, встроенные датчики)
- g. Обзор дополнительного оборудования - дроны доставщики, дроны для съемки, дроны для автономного облета препятствий.

6. 3D-моделирование корпуса и 3D-печать

- a. Основы моделирования в среде 3D Builder: практика разработки простейших 3D моделей

- b. Основы 3D-печати: схема устройства FDM принтера и принцип работы (+видео работы или реальная демонстрация)

7. Продолжение 3D-моделирования

- a. Основы 3D-печати: как моделировать детали для последующей печати на FDM 3D-принтере
- b. Проработка требований для нового корпуса дрона Nanorix (размеры, тип креплений/вставок, и т.д.), измерение компонентов.

8. Продолжение 3D-моделирования

- a. Моделирование корпуса для Nanorix
- b. 3D печать смоделированных корпусов

9. Сборка и тестирование Nanorix в смоделированном корпусе

- a. Проведение вибрационных тестов на оригинальных корпусах
- b. Сборка/наладка дрона на новом корпусе
- c. Проведение вибрационных тестов на новых корпусах и сравнение результатов

10. Система управления с обратной связью, управление угловым положением

- a. Состояние системы (угловое положение) - просмотр телеметрии
- b. Что является управлением и как его можно генерировать (объяснение P и D части регулятора)
- c. Воздействие пропорциональной части регулятора на полет аппарата
- d. Воздействие дифференциальной части регулятора на полет
- e. Теория и тесты на интегральную часть регулятора, смещение центра тяжести

11. Система стабилизации высоты аппарата

- a. Датчик высоты и оценка высоты с использованием измерений акселерометра: теория про комплементарный фильтр. Анализ телеметрии на практике.
- b. Теория по фильтру низких частот, практика по настройке фильтрации
- c. Тюнинг P компоненты регулятора, тесты системы удержания высоты, анализ телеметрии

12. Введение в программирование Arduino/Scratch

- a. Обзор основных команд для программирования Nanorix
- b. Установка и настройка, подключение и запуск тестовой программы

13. Введение в программирование Nanorix

- a. Разбор готовых примеров программ, их запуск и тестирование
- b. Как не нужно писать программы для дрона, чтобы не терять контроль над аппаратом

14. Программирование Nanorix (1)

- a. Написание программы, изменяющей цвет светодиодов в зависимости от высоты аппарата
- b. Написание программы, изменяющей цвет светодиодов в зависимости от наклона аппарата

15. Программирование Naporix (2)

- a. Написание программы, выполняющей автоматический взлет, паузу в 20 секунд, затем автоматическую посадку, используя готовые функции взлета/посадки
- b. Написание программы аналогично предыдущей, но без использования готовых функций
- c. Написание программы, инвертирующей команды крена/тангажа с пульта

16. Программирование Naporix (3)

- a. Написание программы, управляющей чувствительностью по крену/тангажу в зависимости от установленного цвета светодиодов
- b. Написание программы, управляющей чувствительностью на команды управления по крену/тангажу в зависимости от высоты аппарата
- c. Написание программы, самостоятельно реализующей функцию head-free

Дополнительные темы, расширенная программа 14+:

17. Работа с полетным контроллером Naporix, подключенным к базовой станции.

- a. Обзор параметров системы (газ висения, компенсация просадки напряжения и т.д.)
- b. Подключение приложения, телеметрия команд пульта (управление джойстиком и гироскопом)
- c. Разбор режимов полета: удержание высоты (смешанный режим), без удержания высоты, режим стабилизации горизонта, режим стабилизации угла

18. Изучение основных подходов к фильтрации и композиции данных

- a. Фильтр нижних частот, настройка параметра фильтрации акселерометра, тестовые полеты
- b. Комплементарный фильтр, настройка параметра композиции данных, тестовые полеты

19. Настройка ПИД-регуляторов (1)

- a. Основы автоматического регулирования
- b. Разбор структуры ПИД-регулятора
- c. Демонстрация изменений в динамике полета при изменении конкретных параметров регулятора (крен, тангаж, курс, высота)

20. Настройка ПИД-регуляторов (2)

- a. Сборка тестового стенда с квадрокоптером
- b. Настройка параметров регулятора с тестированием на стенде:
 - i. Регулятор крена/тангажа
 - ii. Регулятор курса

21. Настройка ПИД-регуляторов (3)

- a. Теоретические аспекты регулятора с интегральной частью
- b. Настройка и тесты регулятора с/без интегральной части (со смещением центра тяжести вбок) [на тестовом стенде]
- c. Тесты регулятора с/без интегральной части [в полете]