

Управление беспилотными летательными аппаратами: основы аэрофотосъемки и фотограмметрии



ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----|
| Введение | 9 |
| Глава 1. История и сферы применения беспилотных летательных аппаратов | 11 |
| 1.1. История развития БАС | 11 |
| 1.1.1. Первый в истории грузовой БАС | 12 |
| 1.1.2. Радиоуправляемая лодка Николы Теслы | 14 |
| 1.1.3. От самолета до винтокрылого аппарата, 1903–1908 гг. | 15 |
| 1.1.4. Гирокомпас и умные летающие бомбы, 1917–1920 гг. | 17 |
| 1.1.5. Первые пилотируемые вертолеты, 1922–1942 гг. | 19 |
| 1.1.6. Первый радиоуправляемый «дрон» – беспилотный самолет-мишень | 21 |
| 1.1.7. Вторая мировая война и развитие систем телеуправления | 22 |
| 1.1.8. Послевоенные скоростные «внедорожники»-разведчики | 24 |
| 1.1.9. Современные военные БВС | 25 |
| 1.2. Сферы применения БАС | 29 |
| 1.2.1. Логистика | 29 |
| 1.2.2. Внутрипроизводственное применение | 37 |
| 1.2.3. Беспилотный транспорт и аэротакси | 42 |
| 1.2.4. Строительство | 51 |
| 1.2.5. Сельское хозяйство | 54 |
| 1.2.6. Электроэнергетика | 59 |
| 1.2.7. Нефтегазовый сектор | 65 |
| 1.2.8. Экологический мониторинг | 70 |

| | |
|---|------------|
| 1.2.9. Безопасность | 74 |
| 1.2.10. Кинематограф | 77 |
| <i>Вопросы для самопроверки.</i> | 81 |
| <i>Материал для самостоятельного изучения</i> | 82 |
| Глава 2. Систематизация и устройство БВС. | 86 |
| 2.1. Классификация БВС по летным характеристикам | 86 |
| 2.1.1. Классификация UVS International | 86 |
| 2.1.2. Российская универсальная классификация. | 88 |
| 2.2. Классификация БВС по конструкции | 89 |
| 2.2.1. БВС самолетного типа | 89 |
| 2.2.2. Мультироторные (вертолетные) системы | 96 |
| 2.2.3. БВС аэростатического типа | 102 |
| 2.2.4. Конвертопланы и гибридные модели | 104 |
| <i>Вопросы для самопроверки.</i> | 110 |
| <i>Материал для самостоятельного изучения</i> | 110 |
| Глава 3. Устройство и принцип работы квадрокоптера | 111 |
| 3.1. Рамы и защитные конструкции | 111 |
| 3.1.1. Конструкция рамы | 111 |
| 3.1.2. Форма рамы | 113 |
| 3.1.3. Классы рам | 116 |
| 3.1.4. Материал рамы | 117 |
| 3.1.5. Защитные конструкции. | 120 |
| 3.2. Аэродинамика. Винтомоторная группа | 124 |
| 3.2.1. Аэродинамика | 125 |
| 3.2.2. Винтомоторная группа | 131 |
| 3.2.3. Пропеллеры | 135 |
| 3.2.4. Регуляторы оборотов | 140 |
| 3.3. Полетный контроллер | 145 |
| 3.3.1. Инерциальный измерительный блок | 147 |
| 3.3.2. Типы полетных контроллеров | 152 |
| 3.3.3. «Начинка» полетного контроллера | 154 |

| | |
|--|------------|
| 3.4. Аккумуляторы | 160 |
| 3.4.1. Виды аккумуляторов | 161 |
| 3.4.2. Выбор аккумулятора для квадрокоптера | 166 |
| <i>Вопросы для самопроверки</i> | 170 |
| <i>Материал для самостоятельного изучения</i> | 172 |
| Глава 4. Основы радиосвязи | 175 |
| 4.1. Принцип работы приемника и передатчика | 175 |
| 4.2. Система управления коптером | 180 |
| 4.2.1. Передатчик, или аппаратура управления | 180 |
| 4.2.2. Приемник | 182 |
| 4.3. Устройство антенны | 183 |
| 4.3.1. Антенны с линейной поляризацией | 184 |
| 4.3.2. Антенны с круговой поляризацией | 186 |
| 4.3.3. Разъемы антенн | 189 |
| 4.3.4. Протоколы передачи данных | 192 |
| <i>Вопросы для самопроверки</i> | 198 |
| <i>Материал для самостоятельного изучения</i> | 198 |
| Глава 5. Виды полезной нагрузки | 199 |
| 5.1. Фото и видеокамеры с высоким разрешением | 199 |
| 5.2. Подвесы | 209 |
| 5.3. Мультиспектральные камеры | 215 |
| 5.4. Тепловизионные камеры | 220 |
| 5.4.1. Краткое научное объяснение теплового ИК-излучения | 221 |
| 5.4.2. Устройство и принцип работы тепловизора | 222 |
| 5.4.3. Тепловизионные камеры для дронов | 225 |
| 5.5. Лидары | 229 |
| 5.6. Газоанализаторы | 233 |
| <i>Вопросы для самопроверки</i> | 237 |
| <i>Материал для самостоятельного изучения</i> | 237 |

| | |
|--|-----|
| Глава 6. Техника безопасности при сборке и пилотировании квадрокоптера | 239 |
| 6.1. Безопасность при работе с Li-Po-аккумуляторами | 240 |
| 6.2. Техника безопасности при подготовке к эксплуатации и при пилотировании БВС | 242 |
| 6.3. Правила регистрации БВС в России | 247 |
| <i>Вопросы для самопроверки</i> | 250 |
| <i>Материал для самостоятельного изучения</i> | 250 |
| Глава 7. Квадрокоптер Геоскан «Пионер» | 251 |
| 7.1. Сборка квадрокоптера Геоскан «Пионер» | 253 |
| 7.2. Настройка квадрокоптера и пульта ДУ | 256 |
| 7.3. Основы пилотирования БВС | 260 |
| 7.3.1. Визуальное пилотирование | 260 |
| 7.3.2. Предполетная подготовка коптера в помещении | 263 |
| 7.3.3. Подготовка зоны полетов | 264 |
| 7.3.4. Теория FPV-пилотирования | 268 |
| 7.3.5. Безопасность при FPV-пилотировании | 271 |
| 7.3.6. Пилотирование в симуляторе. <i>Практические упражнения</i> | 273 |
| 7.4. Дополнительные модули к Геоскан «Пионер» | 284 |
| 7.4.1. Модуль захвата груза | 284 |
| 7.4.2. Камеры для фото-, видеосъемки и FPV-режима | 286 |
| <i>Вопросы для самопроверки</i> | 294 |
| <i>Материал для самостоятельного изучения</i> | 296 |
| Глава 8. Аэрофотосъемка и фотограмметрия | 297 |
| 8.1. Аэрофотосъемка и ее история | 297 |
| 8.1.1. Аэрофотографическая съемка | 301 |
| 8.1.2. Тепловая ИК-аэросъемка | 306 |
| 8.1.3. Радиолокационная съемка | 308 |
| 8.1.4. Многозональная аэрофотосъемка | 310 |

| | |
|---|------------|
| 8.1.5. Оценка качества результатов аэрофотосъемки | 311 |
| 8.2. Аэрокосмическая съемка | 313 |
| 8.2.1. Виды съемок из космоса | 317 |
| 8.2.2. Космическая картография | 318 |
| 8.2.3. Контроль из космоса за окружающей средой | 323 |
| 8.3. Планирование маршрута полета БВС | 326 |
| 8.3.1. Съемка местности с перекрытием | 327 |
| 8.3.2. Требования к операторам БВС и руководителю полетов | 333 |
| 8.4. Фотограмметрия как наука | 334 |
| 8.4.1. История фотограмметрии и этапы ее развития | 335 |
| 8.4.2. Применение фотограмметрии | 340 |
| <i>Вопросы для самопроверки</i> | <i>343</i> |
| <i>Материал для самостоятельного изучения</i> | <i>344</i> |
| Глава 9. Программы Agisoft Metashape и Autodesk Meshmixe | 345 |
| 9.1. Agisoft Metashape | 345 |
| 9.1.1. Оборудование | 348 |
| 9.1.2. Сценарии съемки | 349 |
| 9.1.3. Раскадровка видеоряда | 355 |
| 9.1.4. Выравнивание фотографий | 360 |
| 9.1.5. Построение плотного облака точек | 362 |
| 9.2. Редактирование полученной модели в Autodesk MeshMixer | 372 |
| <i>Вопросы для самопроверки</i> | <i>378</i> |
| <i>Материал для самостоятельного изучения</i> | <i>378</i> |
| Глава 10. Печать на 3D-принтере | 379 |
| 10.1. Подготовка модели к 3D-печати | 379 |
| 10.1.1. Виды принтеров | 379 |
| 10.1.2. Виды материалов для печати | 386 |

| | |
|---|------------|
| 10.2. Печать модели на 3D-принтере | 391 |
| 10.2.1. Программа Cura 3D | 391 |
| 10.2.2. Просмотр 3D-модели в Cura | 393 |
| 10.2.3. Настройки 3D-печати | 398 |
| 10.2.4. Шаблоны Cura | 401 |
| <i>Вопросы для самопроверки</i> | 403 |
| | |
| Сокращения и специальные термины. | 404 |
| | |
| Литература и Интернет-источники | 405 |