

## Полное содержание

От автора	11
<b>Часть I. Теория</b>	<b>13</b>
<b>Глава 1. Принцип работы квадрокоптера</b>	<b>15</b>
<b>Глава 2. Обязательные компоненты квадрокоптера</b>	<b>19</b>
Рама	19
Полетный контроллер	21
Принцип работы интегрального гироскопа	22
Принцип работы интегрального акселерометра	24
Принцип работы интегрального магнитометра (компаса)	26
Устройство интегрального барометра	28
Устройство ультразвукового сонара	30
Аппаратура радиуправления	33
Функция Failsafe	36
Модуляция сигнала PPM	37
Формат сигналов PCM	39
Совместимость аппаратуры стандартов DSM2/DSMX	40
Сопряжение приемника и передатчика (биндинг)	41
Импульсы PWM, триммеры и субтриммеры	41
Расходы и экспоненты	42
Конвертер PPM-SUM	44
Приемник-спутник	46
Встроенная телеметрия	46
Антенны	46
Ненаправленные антенны	49
Направленные антенны	52
Системы слежения за направлением	53
Диверсификация антенн	55
Двигатели	56
Воздушные винты	58
Регуляторы оборотов	60
Батарея и зарядное устройство	62
Обозначения параметров силовой литиевой батареи	63
Зарядка литиевых батарей	64
Особенности эксплуатации и хранения	67
Подготовка батарей к хранению	68
Источник бортового питания	68
Последовательный линейный стабилизатор	69
Импульсные стабилизаторы-преобразователи	70
Индикатор разряда батареи	72

<b>Глава 3. Дополнительные компоненты квадрокоптера</b>	74
Оборудование видеоканала FPV	74
Видеокамеры	75
Видеоконмутатор	75
Стабилизированный подвес	76
Видеопередатчик и видеоприемник	78
Видеомонитор и видеоочки	79
Приемники GPS	80
Принцип определения координат	81
Геометрический фактор	83
Альманах и эфемериды	83
"Холодный" старт	84
"Теплый" старт	84
"Горячий" старт	84
Технология A-GPS	85
Антенны GPS	85
Поток данных GPS, протокол NMEA	86
Протокол U-BLOX (UBX)	87
Адаптер Bluetooth	88
Телеметрия и OSD	89
Универсальный радиоканал (радиомодем)	94
Бустеры и репитеры	95
Жидкокристаллические и OLED-дисплеи	97
Средства поиска: биперы, маячки, GPS-трекеры	99
Сервомашинки	101
<b>Часть II. Практика</b>	105
<b>Глава 4. Подготовка к изготовлению квадрокоптера</b>	107
Подбор силовых компонентов	108
Расчеты и оптимизация	108
Стойкость конструкции к авариям	111
Конструкционные материалы	113
Виброзащита	118
Избыточное демпфирование	119
Демпфирование подвеса камеры	120
Фиксация резьбовых соединений	121
Крепление моторов и винтов	121
Магнитоизоляция	124
<b>Глава 5. Сборка и настройка квадрокоптера</b>	126
Изготовление рамы	126
Балансировка воздушных винтов	129
Балансировка моторов	131

Сборка квадрокоптера	133
Настройка опций и параметров прошивки	134
Подключение платы контроллера к компьютеру	135
Среда разработки Arduino IDE	136
Настройка базовых опций кода прошивки	138
Тип рамы	139
Минимальный рабочий газ	139
Максимальный рабочий газ	140
Минимальный газ при включении	140
Скорость шины I2C	140
Тип стандартной платы	141
Независимые сенсоры	141
Активация моторов (арминг)	141
Модификации радиоприемника	141
Скорость портов	142
Фильтр гироскопа	143
Функция Failsafe	144
Мертвая зона и нейтральная зона	144
Магнитное склонение	145
Альтернативная прошивка MaHoWii	146
Функциональные режимы контроллера	147
Конфигуратор MultiWiiConf	150
Калибровка акселерометра	150
Конфигуратор MultiWii WinGUI	154
Терминал для работы с COM-портами	156
Программы для мобильных устройств	157
EZ-GUI Ground Station	157
NAZE32 Configurator	158
MultiWii Configuration Tool	159
Калибровка регуляторов оборотов	159
Настройка канала радиоуправления	160
Первое включение и первый взлет	162
Триммирование акселерометров	164
Настройка PID	165
Базовая настройка параметра P	166
Настройка I и D для плавного стабильного полета	167
Настройка I и D для активного пилотирования и акро	167
<b>Глава 6. Подключение и настройка внешних модулей</b>	<b>168</b>
Подключение адаптера USB-COM	168
Подключение источника питания	169
Подключение звукоизлучателя	171
Подключение ультразвукового сонара	173

Подключение светодиодной подсветки	175
Подключение посадочных огней	179
Подключение приемника по шине S-BUS	180
Подключение и настройка адаптера Bluetooth	181
Настройка модулей HC-06 и HC-07	182
Настройка модулей HC-05	184
Установка связи модуля с компьютером	185
Подключение радиомодема	186
Подключение модемов к компьютеру, проверка и настройка	187
Подключение наземного модема к мобильным устройствам	190
Подключение бортового модема к полетному контроллеру	191
Подключение модема к порту SERIAL3 полетного контроллера	191
Подключение и настройка приемника GPS	192
Подключение приемника к компьютеру	193
Получение доступа к сервису AssistNow Online	195
Изменение текущих настроек	196
Подключение приемника к полетному контроллеру	199
Подключение приемника GPS с прошивкой MaHoWii	200
Подключение дисплея	201
Монохромный OLED дисплей CRIUS CO-16	201
Настройка параметров через меню дисплея	202
Проблемы с подключением дисплеев CRIUS OLED и их решение	202
Самодельный цветной дисплей	204
Запись прошивки в контроллер дисплея	207
Настройка прошивки	208
Монтаж и подключение оборудования FPV	209
Видеокамера	210
Видеопередатчик и приемник	211
Видеоочки и монитор	215
Подключение подвеса к контроллеру	216
Настройка при помощи EZ-GUI Ground Station	217
Настройка подвеса при помощи конфигуратора MultiWiiConf	218
Настройка подвеса в прошивке MaHoWii	219
Настройка модуля MinimOSD	219
Структура экрана KV_Team_OSD v.2.3	226
Службное меню прошивки KV_Team_OSD	226
Подключение датчиков тока и напряжения к модулю OSD	229
Подключение датчиков тока и напряжения к контроллеру	232
Настройка аппаратного измерителя тока и потребленной энергии	233
Настройка программного измерителя потребленной энергии	234
<b>Глава 7. Обслуживание и ремонт квадрокоптера</b>	<b>235</b>
Предполетная проверка	235

Характерные неполадки	235
Ремонт квадрокоптера после аварии	237
Осмотр и поиск дефектов	237
Ремонт двигателей	238
Разборка двигателя	239
Проверка и замена вала	240
Проверка и замена подшипников	241
Чистка и смазка подшипников	242
Приложения	245
Приложение 1. Управление коптером со смартфона	246
Приложение 2. Сетка частот каналов видеотракта при помощи рукояток пульта	249
Приложение 4. Описание электронного архива	252
Предметный указатель	253