

Промежуточная аттестация. Модуль 3.

Швецов Леонид Сергеевич

РЕШЕНИЕ КЕЙСОВ. Архитектура полётного контроллера.

«Проектирование и реализация аппаратной архитектуры полётного контроллера»

Задача спроектировать и реализовать аппаратную архитектуру полётного контроллера, обеспечивающую взаимодействие между основными компонентами. Выбрать и обосновать выбор компонентов, разработать схему подключения и протестировать взаимодействие между компонентами.

N о п/ п	Задача	Решение
1	Выбрать основные аппаратные компоненты полётного контроллера (микроконтроллер, датчики, ESC, радиопередатчик и т. д.) и обосновать их выбор.	<p>Для реализации аппаратной архитектуры полётного контроллера был выбран один из популярных полётных контроллеров APM 2.8 (ArduPilot Mega 2.8). Выбор APM 2.8 может быть обоснован несколькими факторами:</p> <ol style="list-style-type: none">1) APM 2.8 – это недорогой полётный контроллер, доступный на рынке. Хорошо подходит для начинающих пилотов БЛА.2) APM 2.8 имеет обширное и активное сообщество пользователей. Существует множество ресурсов (форумы, видео уроки и пр.), которые могут помочь в процессе установки и настройки.3) APM 2.8 обеспечивает множество функций управления, в т.ч. автономный полёт с использованием GPS, возможность программирования заданий с заранее заданными маршрутами, поддержка различных режимов полёта, таких как долгий режим, режим стабилизации.4) APM 2.8 совместима с различными типами фреймов и датчиков.5) Для процесса калибровки и настройки параметров полёта предлагается Mission Planner, который обширно описан на различных форумах и сайтах.6) APM 2.8 поддерживает широкие возможности калибровки для различных датчиков. В процессе обучения позволит рассмотреть различные варианты взаимодействия между компонентами.7) Поддерживается прошивками и обновлениями от ArduPilot.8) APM 2.8 включает в себя интегрированные датчики для обеспечения стабильного и безопасного полёта: Гироскоп, Акселерометр, Барометр, Разъёмы для моторов, для подключения ESC к двигателям. Разъёмы для дополнительных датчиков (например, дальномер).9) APM 2.8 применяет LiPo-аккумуляторы (например, 3S или 4S). Имеет защиту от переплюсовки.10) APM 2.8 включает в себя элементы, обеспечивающие минимизацию влияния внешних помех для стабильности полётов.11) APM 2.8 содержит Flash-память для хранения прошивки и параметров, а также RAM для обработки данных.12) APM 2.8 содержит кронштейны для установки на каркас.

2	Разработать схему подключения компонентов.	<p>Краткое описание подключения компонентов к APM 2.8.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) LiPo-аккумулятор 3S (11.1В) подключается к разъёму «MAIN OUT» или «Power Input». При этом необходимо обязательно следить за полярностью подключения (плюс к плюсу, минус к минусу). 2) Каждое ESC подключается к соответствующему разъёму для моторов на полётном контроллере (M1 – передний левый, M2 – передний правый, M3 – задний левый, M4 – задний правый). При этом обязательно необходимо правильно подключить ESC к моторам и что они совместимы по направлениям вращения. 3) GPS модуль подключается к разъёму «GPS» на полётном контроллере. Имеет 2 провода (сигналы) и два провода питания (плюс и минус). 4) RC приёмник подключается к разъёму «RC IN» на полётном контроллере. Приемник может иметь более чем 4 канала, подключить провода к подходящим разъёмам: Ch1 (рулевое управление), Ch2 (поддержание заданной скорости), Ch3 (высота), Ch4 (роль). Необходимо убедиться, что провода подключены в соответствии с назначением БЛА и требованиям к задачам. 5) Барометр часто интегрирован на полётном контроллере. Можно подключить внешний. 6) Дальномер и другие датчики подключаются через порты I2C. 7) В полётный контроллер встроены LED-индикаторы и служат для индикации состояния системы. 8) На полётном контроллере есть кнопка для сброса или изменения режима. <p>После подключения всех компонентов, необходимо убедиться, что все соединения надёжны и изолированы, полярность аккумулятора и ESC не нарушена и, как минимум, дважды проверить все подключения перед включением питания</p>
3	Реализовать взаимодействие между компонентами на аппаратном уровне.	<p>Для установки поддерживаемой прошивки и калибровки всех компонентов полётный контроллер был подключен к Mission Planner:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Гироскоп и акселерометр • Калибровка радиосигнала • Калибровка ESC • Калибровка GPS <p>Прошивка ArduPilot предоставляет функции управления полётом и всю необходимую поддержку.</p> <p>Чтобы правильно наладить взаимодействие между компонентами требуется выполнить:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подключить APM 2.8 к компьютеру используя USB-кабель. 2. В главном меню Mission Planner через выпадающее меню выбрать COM-порт, к которому подключен APM 2.8. 3. Установить скорость 115200 бит/с. 4. Необходимо нажать кнопку "Connect". 5. Выбрать вкладку "Initial Setup" (Начальная настройка) в верхнем меню и выбрать вкладку "Install Firmware" (Установить прошивку) из подменю. 6. Выбрать тип аппарата - квадрокоптер. 7. Mission Planner начал загрузку доступной прошивки для выбранного типа аппарата. После завершения загрузки появилось диалоговое окно с предложением установить прошивку. 8. Необходимо дождаться пока Mission Planner сообщит о завершении установки прошивки (питание APM 2.8 и USB кабель в процессе установки отключать не следует). После завершения установки требуется перезагрузка APM 2.8.

		<p>9. После перезагрузки необходимо снова подключить APM 2.8 к Mission Planner и перейти во вкладку “Flight Data”.</p> <p>10. В статусной строке будет отображаться новое программное обеспечение с указанием версии прошивки.</p> <p>11. Выполнить необходимые шаги по калибровке и настройке квадрокоптера в Mission Planner.</p>
4	Написать и загрузить программное обеспечение для тестирования взаимодействия между компонентами.	
	Взаимодействие в Mission Planner	<p>Были выполнены последовательные действия:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Подготовка подключения полётного контроллера APM 2.8 к Mission Planner (запуск Mission Planner, подсоединение полётного контроллера к LiPo-аккумулятору, были проверены все подключённые датчики и устройства). 2) Подключение полётного контроллера APM 2.8 к компьютеру при помощи USBкабеля. 3) Выбран нужный COM-порт, выбрана симуляция («Simulation») для мультироторного БЛА (Multicopter), установлена связь с APM 2.8. 4) Далее был скорректирован язык интерфейса с Английского на Русский, для удобства работы с Mission Planner. 5) Во вкладке «Начальная настройка» были выбраны пункты обязательного оборудования: <ul style="list-style-type: none"> ✓ установлен тип рамы – “X” , “Y6A”, ✓ калибровка акселерометра, ✓ калибровка компаса, ✓ ESC тип «Normal», ✓ остальные параметры во вкладке «ESC Calibration» без изменений, ✓ режимы полёта без изменений, ✓ установлена батарея LiPo ✓ установлен джойстик, <p>Так как применяется тип рамы Quad X были просмотрены номера двигателей:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. (CCW) – A (вращение против часовой стрелки) 2. (CCW) – C (вращение против часовой стрелки) 3. (CW) – D (вращение по часовой стрелке) 4. (CW) – B (вращение по часовой стрелке) <p>6) Далее во вкладке «Полётные данные» (FlightData) была изучена панель данных в реальном времени. На вкладке «Полётные данные» можно увидеть значения с датчиков БЛА (таких как, гироскоп, акселерометр, барометр, GPS).</p>



Значения PID-регуляторов во вкладке «Настройка» => «Расширенная настройка» были сохранены в исходном значении. Параметры были сохранены и записаны.

Stabilize Roll (Error to Rate) P 4.500 ACCEL MA 110000	Stabilize Pitch (Error to Rate) P 4.500 ACCEL MA 110000	Stabilize Yaw (Error to Rate) P 4.500 ACCEL MA 27000	Position XY (Dist to Speed) P 1.000 INPUT TC 0.150
<input checked="" type="checkbox"/> Lock Pitch and Roll Values			
Rate Roll P 0.135 I 0.135 D 0.0036 IMAX 0.500 FLTE 0 FLTD 20 FLTT 20	Rate Pitch P 0.135 I 0.135 D 0.0036 IMAX 0.500 FLTE 0 FLTD 20 FLTT 20	Rate Yaw P 0.300 I 0.020 D 0.000 IMAX 0.500 FLTE 2.5 FLTD 20 FLTT 20	Velocity XY (Vel to Accel) P 2.0 I 1.000 D 0.500 IMAX 100
Basic Filters Gyro 20 Accel 20			
Throttle Accel (Accel to motor) P 0.50 I 1.000 D 0.000 IMAX 80	Throttle Rate (VSpd to accel) P 5.000 Tune None Min 0.000 0.000	Altitude Hold (Alt to climb rate) P 1.000 RC6 Opt Do Nothing RC7 Opt Save WP RC8 Opt Do Nothing RC9 Opt Do Nothing RC10 Opt Do Nothing	WPNav (cm's) Speed 1000 Radius 200 Speed Up 250 Speed Dn 150 Loiter Speed 1250
Filter Logs Mask [] Options 0			
Static Notch Filter Enabled [] Frequency 10 BandWidth 5 Attenuation 5	Harmonic Notch Filter Enabled Disabled Mode 0 Reference 0 Frequency 10 Attenuation 5 Bandwidth 5 Options 0 Harmonics 0		
Write Params		Refresh Screen	

	Эмуляция взаимодействия компонентов дрона	См. приложенные файлы (README.md и код)
5	Провести тестирование взаимодействия между компонентами и проанализировать результаты.	<p>Взлетаем...</p> <p>Данные двигателя 1: Скорость вращения - 3000 об/мин, Температура двигателя - 39 °С</p> <p>Данные двигателя 2: Скорость вращения - 3000 об/мин, Температура двигателя - 33 °С</p> <p>Данные двигателя 3: Скорость вращения - 3000 об/мин, Температура двигателя - 37 °С</p> <p>Данные двигателя 4: Скорость вращения - 3000 об/мин, Температура двигателя - 37 °С</p> <p>Осталось 3 секунд...</p> <p>Осталось 2 секунд...</p> <p>Осталось 1 секунд...</p> <p>Взлет произведен успешно!</p> <p>-----</p> <p>Показания датчиков:</p> <p>Показания датчиков:</p> <p>Высота: 53</p> <p>Температура: -9</p> <p>Заряд батареи: 67</p> <p>-----Итерация 0-----</p> <p>Показания датчиков:</p> <p>Высота: 560</p> <p>Температура: 2</p> <p>Заряд батареи: 26</p> <p>Высоты: текущая - 560 м, целевая - 500 м.</p> <p>Устанавливаем скорость двигателей: 2868</p> <p>Данные двигателя 1: Скорость вращения - 2868 об/мин, Температура двигателя - 37 °С</p> <p>Данные двигателя 2: Скорость вращения - 2868 об/мин, Температура двигателя - 30 °С</p> <p>Данные двигателя 3: Скорость вращения - 2868 об/мин, Температура двигателя - 33 °С</p> <p>Данные двигателя 4: Скорость вращения - 2868 об/мин, Температура двигателя - 36 °С</p> <p>-----Итерация 1-----</p> <p>Показания датчиков:</p>

	<p>Высота: 284 Температура: -21 Заряд батареи: 8</p> <p>Высоты: текущая - 284 м, целевая - 500 м.</p> <p>Устанавливаем скорость двигателей: 3007 Данные двигателя 1: Скорость вращения - 3007 об/мин, Температура двигателя - 35 °C Данные двигателя 2: Скорость вращения - 3007 об/мин, Температура двигателя - 28 °C Данные двигателя 3: Скорость вращения - 3007 об/мин, Температура двигателя - 28 °C Данные двигателя 4: Скорость вращения - 3007 об/мин, Температура двигателя - 33 °C</p> <p>-----Итерация 2----- Показания датчиков: Высота: 649 Температура: -6 Заряд батареи: 4</p> <p>Высоты: текущая - 649 м, целевая - 500 м.</p> <p>Устанавливаем скорость двигателей: 2902 Данные двигателя 1: Скорость вращения - 2902 об/мин, Температура двигателя - 33 °C Данные двигателя 2: Скорость вращения - 2902 об/мин, Температура двигателя - 25 °C Данные двигателя 3: Скорость вращения - 2902 об/мин, Температура двигателя - 26 °C Данные двигателя 4: Скорость вращения - 2902 об/мин, Температура двигателя - 28 °C</p> <p>-----Итерация 3----- Показания датчиков: Высота: 229 Температура: 29 Заряд батареи: 54</p> <p>Высоты: текущая - 229 м, целевая - 500 м.</p> <p>Устанавливаем скорость двигателей: 3232 Данные двигателя 1: Скорость вращения - 3232 об/мин, Температура двигателя - 31 °C Данные двигателя 2: Скорость вращения - 3232 об/мин, Температура двигателя - 20 °C</p>
--	---

	<p>Данные двигателя 3: Скорость вращения - 3232 об/мин, Температура двигателя - 24 °C Данные двигателя 4: Скорость вращения - 3232 об/мин, Температура двигателя - 24 °C</p> <p>-----Итерация 4-----</p> <p>Показания датчиков: Высота: 471 Температура: 18 Заряд батареи: 95</p> <p>Высоты: текущая - 471 м, целевая - 500 м.</p> <p>Устанавливаем скорость двигателей: 3411 Данные двигателя 1: Скорость вращения - 3411 об/мин, Температура двигателя - 29 °C Данные двигателя 2: Скорость вращения - 3411 об/мин, Температура двигателя - 17 °C Данные двигателя 3: Скорость вращения - 3411 об/мин, Температура двигателя - 23 °C Данные двигателя 4: Скорость вращения - 3411 об/мин, Температура двигателя - 20 °C</p>
--	---