

Промежуточная аттестация. Модуль 6.
РЕШЕНИЕ КЕЙСОВ. Коммуникационные протоколы.

«Разработка и тестирование системы коммуникации для беспилотного летательного аппарата (БЛА)».

Задача разработать и протестировать систему коммуникации для БЛА, используя различные протоколы связи (UART, I2C, SPI) и беспроводные коммуникации (Wi-Fi, Bluetooth, радиосвязь). Необходимо выбрать и обосновать выбор протоколов, реализовать их интеграцию и провести тестирование системы.

№ п/п	Наименование задачи	Решение				
1	Выбрать и обосновать выбор протоколов связи (UART, I2C, SPI) для различных компонентов БЛА.	1.1. Опишите в табличном виде пример разработанной системы коммуникации для БЛА с применением различных протоколов связи, принимая во внимание задачу, поставленную перед оператором БЛА.				
		Цель применения БЛА: Мониторинг состояния электрических линий передачи.				
		Применяемый полётный контроллер: <u>Pixhawk 6X</u> .				
		Потенциальные технические риски: Потеря сигнала, сбой в работе датчиков, аварийная посадка, нестабильное питание.				
		Потенциальные внешние факторы, которые могут оказать влияние на стабильный полёт БЛА: Погодные условия (ветер, дождь), электромагнитные помехи.				
		№ п/п	Наименование компонента БЛА	UART	I2C	SPI
		1	Акселерометр		+	+(реже)
		2	Гироскоп		+	+(реже)
		3	Барометр		+	+(реже)

		4	GPS модуль	+		
		5	Магнитометр		+	+(реже)
		6	Ультразвуковой датчик	+		
		7	Лазерный дальномер (лидар)	+		+(если нужна высокая четкость/скорость)
		8	Радар	+(редко)		+
		9	Тепловизор	+(редко)		+
		10	Камера (видео)	+(редко)		+
		11	Фотокамера (для фотографической съёмки)	+(редко)		+
		12	Wi-Fi или Радиомодуль	+		
		<p><i>Примечание: необходимо поставить знак «+» для выбранного протокола связи для выполнения поставленной задачи. Если какой-либо из перечисленных в таблице компонентов БЛА не планируется применять для рассматриваемого сценария, необходимо поставить знак « - ».</i></p>				
		<p>1.2. Опишите выбор протокола связи для инерциальных измерительных устройств, принимая во внимание указанную цель применения БЛА, потенциальные технические риски и потенциальные внешние факторы.</p> <p>Инерциальные измерительные устройства в БЛА, такие как гироскопы и акселерометры, часто используют протокол I2C из-за его способности поддерживать множественное подключение устройств к одной шине и обеспечивать адекватную скорость передачи данных. Этот протокол также предпочтителен за его простоту и снижение стоимости компонентов.</p> <p>Однако, протокол SPI может быть использован в системах, требующих более высокой скорости передачи данных.</p> <p>В контексте мониторинга электрических линий, где важна надежность и минимизация технических рисков, таких как электромагнитные помехи, I2C обеспечивает более стабильное соединение. При этом, внешние факторы, такие как погодные условия и вибрации, могут влиять на выбор протокола, где I2C предлагает устойчивость благодаря своей упрощенной архитектуре и меньшему количеству соединений.</p>				

1.3. Опишите выбор протокола для барометра и магнитометра, принимая во внимание указанную цель применения БЛА, потенциальные технические риски и потенциальные внешние факторы.

Барометр и магнитометр в БЛА используются для определения высоты и направления полёта соответственно. Для этих устройств протокол **I2C** является наиболее подходящим из-за его способности подключать множество устройств к одной шине, что упрощает интеграцию и снижает стоимость системы. Протокол **I2C** также обеспечивает достаточную скорость для передачи данных, которая вполне подходит для измерений, выполняемых барометром и магнитометром. Важно учитывать технические риски, такие как помехи и потери данных, а также внешние факторы, включая изменения температуры и влажности, которые могут влиять на точность данных. I2C предлагает надёжное и стабильное соединение, что делает его идеальным выбором для этих сенсоров в условиях, где требуется надёжность и точность измерений.

1.4. Опишите выбор протокола связи для камеры или дополнительного видеоборудования, принимая во внимание указанную цель применения БЛА, потенциальные технические риски и потенциальные внешние факторы

Для камеры в БЛА, которая используется для мониторинга и сбора видеоданных высокого разрешения, оптимальным выбором является протокол **SPI**, благодаря его высокой скорости передачи данных. Это обеспечивает минимальные задержки и высокое качество изображения в реальном времени.

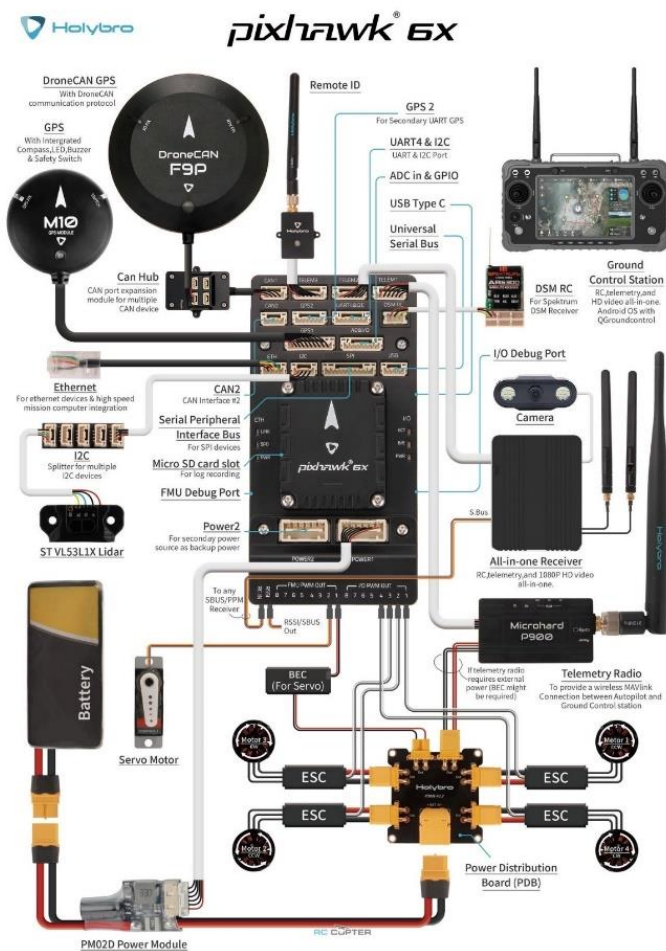
Однако в некоторых случаях, где требования к скорости передачи данных не столь критичны, может использоваться и **UART**. UART подходит для передачи изображений с более низким разрешением или в ситуациях, где простота интеграции и стоимость являются приоритетными.

При выборе протокола важно учитывать технические риски, такие как потеря данных и помехи, а также внешние факторы, включая воздействие погодных условий. SPI предлагает более высокую производительность для критически важных приложений, в то время как UART может быть достаточен для менее требовательных задач.

		<p>1.5. Опишите выбор протокола связи для ультразвукового датчика, лазерного дальномера, радара, тепловизора, принимая во внимание указанную цель применения БЛА, потенциальные технические риски и потенциальные внешние факторы.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ультразвуковой датчик: Протокол UART часто используется для ультразвуковых датчиков из-за его простоты и адекватной скорости передачи данных на короткие дистанции. Этот протокол удобен для приложений, где требуется низкая стоимость и простая интеграция. • Лазерный дальномер (лидар): хотя SPI предпочтителен для лидаров из-за его высокой скорости передачи данных, UART также может использоваться в системах, где требования к скорости передачи данных менее строгие. Это может снизить сложность системы и стоимость. • Радар: для радаров, как и для лидаров, SPI является лучшим выбором для обработки больших объемов данных в реальном времени. Тем не менее, UART может подходить для менее требовательных приложений, где допустимы небольшие задержки в обработке данных. • Тепловизор: SPI обычно предпочтителен для тепловизоров из-за необходимости передачи данных высокого разрешения. Однако, в некоторых случаях, где требования к скорости передачи данных не настолько критичны, может использоваться и UART. <p>Во всех случаях важно учитывать потенциальные технические риски, такие как помехи и потеря данных, а также внешние факторы, включая влияние погодных условий. Выбор между SPI и UART должен базироваться на конкретных требованиях к скорости, стоимости и сложности каждого приложения.</p> <p>1.6. Опишите выбор протокола связи для GPS-модуля, принимая во внимание указанную цель применения БЛА, потенциальные технические риски и потенциальные внешние факторы.</p> <p>Для GPS-модуля в БЛА, протокол UART является предпочтительным из-за его надёжности и достаточной скорости передачи данных о местоположении. Этот протокол также удобен для интеграции с другими системами на борту. Учитывая технические риски, такие как потеря сигнала и помехи, а также внешние факторы, включая атмосферные условия, UART обеспечивает устойчивость и минимизирует риск потери данных.</p>
--	--	---

2

Разработать схему подключения компонентов с использованием выбранных протоколов связи.



- **Акселерометр, гироскоп, барометр и магнитометр:** интегрированы в самом ПК Pixhawk 6X.
- **GPS:** подключен через порт GPS(1), но может использоваться UART порт.
- **Модуль передачи данных:** подключения к специальному порту телеметрии, но может использоваться UART порт
- **Камера:** подключена через All-in-one receiver.
- **Ультразвуковой датчик:** на схеме не представлен, но может быть подключен через UART порт.
- **Лидар:** Подключен через I2C-шину.
- **Радар и тепловизор:** на схеме не представлены, но могут быть подключены через SPI-порт
- **Карта памяти:** подключается через SPI-порт.

3	<p>Реализовать программное обеспечение для обмена данными между компонентами через выбранные протоколы.</p>	<p>По сценарию высота полёта БЛА составляет 100 метров. Для реализации программного обеспечения добавим выбранные протоколы.</p> <p>Реализация – см. файл <i>drone_integration.py</i></p>
---	---	--

4	Выбрать и обосновать выбор беспроводных коммуникаций (Wi-Fi, Bluetooth, радиосвязь) для передачи данных.	<div>4.1. Краткий перечень вопросов для выбора беспроводных коммуникаций для рассматриваемого сценария.</div> <table><tr><th>№ п/п</th><th>Наименование вопроса</th><th>Wi-Fi</th><th>Bluetooth</th><th>Радиосвязь</th></tr><tr><td>1</td><td>Требования к дальности и качеству связи.</td><td>+</td><td>-</td><td>++</td></tr><tr><td>2</td><td>Требования к объёму передачи данных.</td><td>++</td><td>-</td><td>+</td></tr><tr><td>3</td><td>Требования к задержке передачи.</td><td>++</td><td>-</td><td>+</td></tr><tr><td>4</td><td>Требования к условиям работы БЛА.</td><td>-</td><td>-</td><td>++</td></tr><tr><td>5</td><td>Требования к погодным условиям.</td><td>-</td><td>-</td><td>++</td></tr><tr><td>6</td><td>Требования ко времени работы БЛА.</td><td>-</td><td>+</td><td>++</td></tr><tr><td>7</td><td>Требования к безопасности передачи.</td><td>+</td><td>-</td><td>++</td></tr><tr><td>8</td><td>Требования к бюджету для коммуникации.</td><td>+</td><td>-</td><td>++</td></tr></table> <div><p>Опишите выбор беспроводных коммуникаций для рассматриваемого сценария, принимая во внимание указанную цель применения БЛА, потенциальные технические риски и потенциальные внешние факторы.</p><p>Для мониторинга состояния электрических линий передачи беспилотным летательным аппаратом (БЛА), необходимо учитывать ряд ключевых факторов при выборе беспроводных коммуникаций. Рассмотрим каждый из них:</p><p>1. Требования к дальности и качеству связи: для осмотра линий электропередач необходима стабильная связь на расстояниях, которые могут достигать нескольких километров. <i>Радиосвязь</i> обеспечивает лучшую дальность и качество связи по сравнению с Wi-Fi и Bluetooth, что критично для обеспечения надежности операций БЛА.</p><p>2. Требования к объёму передачи данных: БЛА должен передавать высококачественные изображения и возможно видео, что требует большого объема данных. Wi-Fi подходит для передачи больших объемов данных, но его дальность ограничена, тогда как <i>радиосвязь</i> предлагает баланс между объемом и дальностью.</p></div>	№ п/п	Наименование вопроса	Wi-Fi	Bluetooth	Радиосвязь	1	Требования к дальности и качеству связи.	+	-	++	2	Требования к объёму передачи данных.	++	-	+	3	Требования к задержке передачи.	++	-	+	4	Требования к условиям работы БЛА.	-	-	++	5	Требования к погодным условиям.	-	-	++	6	Требования ко времени работы БЛА.	-	+	++	7	Требования к безопасности передачи.	+	-	++	8	Требования к бюджету для коммуникации.	+	-	++
№ п/п	Наименование вопроса	Wi-Fi	Bluetooth	Радиосвязь																																											
1	Требования к дальности и качеству связи.	+	-	++																																											
2	Требования к объёму передачи данных.	++	-	+																																											
3	Требования к задержке передачи.	++	-	+																																											
4	Требования к условиям работы БЛА.	-	-	++																																											
5	Требования к погодным условиям.	-	-	++																																											
6	Требования ко времени работы БЛА.	-	+	++																																											
7	Требования к безопасности передачи.	+	-	++																																											
8	Требования к бюджету для коммуникации.	+	-	++																																											

	<p>3. Требования к задержке передачи: минимальная задержка критична для оперативного реагирования на обнаруженные проблемы. Wi-Fi обеспечивает меньшую задержку, однако ограничения по дальности делают его менее предпочтительным.</p> <p>4. Требования к условиям работы БЛА: работа в сельской местности и лесах с переменными погодными условиями требует надежной связи, которую лучше всего обеспечивает радиосвязь.</p> <p>5. Требования к погодным условиям: радиосвязь более устойчива к различным погодным условиям, что делает её оптимальным выбором для работы в условиях средней полосы РФ.</p> <p>6. Требования ко времени работы БЛА: радиосвязь позволяет обеспечить более длительное время работы по сравнению с другими видами связи, что критично для выполнения задач на больших территориях.</p> <p>7. Требования к безопасности передачи: радиосвязь обеспечивает лучшую защиту данных, что важно при работе с критически важной инфраструктурой, такой как ЛЭП.</p> <p>8. Требования к бюджету для коммуникации: несмотря на то что радиосвязь может быть более затратной, она обеспечивает лучшее соответствие требованиям задачи и может быть оправдана высокими требованиями к надежности и безопасности.</p> <p>Исходя из анализа вышеуказанных требований, радиосвязь является наиболее подходящим выбором для беспроводной коммуникации БЛА, задействованного в мониторинге состояния электрических линий передачи.</p> <p>4.2. Какой резервный канал передачи данных, можно предложить для рассматриваемого сценария?</p> <p>В качестве резервного канала передачи данных может быть выбран Wi-Fi.</p> <p>При этом необходимо принимать во внимание несколько основных моментов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) потребуется установка батареи большей ёмкостью (или дополнительной батареи) для сохранения времени работы БЛА; 2) в некоторых сценариях может рассматриваться в качестве временной меры в случае потери сигнала от основного канала, для возврата БЛА; 3) потребуется предварительная симуляция полёта для понимания устойчивости сигнала и максимальной дистанции, на которой БЛА может выполнять поставленную задачу без потери сигнала.
--	---

5	Провести тестирование системы коммуникации и проанализировать результаты.	Выполним тестирование системы коммуникации, результаты можно посмотреть запустив файл <i>wireless_test.py</i>
---	---	---