

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Аэрокосмос”
Продуктовый сектор**

Индивидуальное тестирование по практике заключительного этапа

1. Укажите название практического командного задания финала.

Практическое командное задание финала имеет название «Разработка малого космического аппарата и наземной станции».

2. Какой микроконтроллер, датчики, дополнительные модули использовались для реализации финального задания? В каком количестве?

Для реализации задания использовались следующие датчики, платы и микроконтроллеры:

- плата Arduino Uno – микроконтроллер ATmega328P – 2 шт.;
- радиомодуль NRF24L01 – 2 шт.;
- аналоговый датчик температуры (термистор) KY-013 – 1 шт.;
- аналоговый датчик магнитного поля (датчик Холла) KY-035 – 1 шт.;
- ЖК-дисплей МТ-16S2Н – 1 шт.;
- беспаячные макетные платы и соединительные провода по мере необходимости.

3. Какой форм-фактор малого космического аппарата был использован для сборки на заключительном этапе?

Для сборки на заключительном этапе олимпиады был использован формат малого космического аппарата Cubesat 1U (Кубсат 1U).

4. Опишите принцип работы малого космического аппарата. Каким образом осуществлялся прием и передача данных по радиоканалу от «черного ящика»?

Малый космический аппарат (МКА) формата Cubesat 1U, разрабатываемый в рамках олимпиадного задания, принимает и расшифровывает зашифрованные данные от «черного ящика» потерянного космического корабля «Титан», используя плату Arduino Uno и радиомодуль NRF24L01. Эти данные, зашифрованные аффинным шифрованием и отправленные «черным ящиком», представляют собой информацию о последних событиях, произошедших с кораблем. МКА расшифровывает эти сообщения и отправляет их вместе с собственными телеметрическими данными (температуре и данными о магнитном поле), собранными с бортовых

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Профиль “Аэрокосмос”

Продуктовый сектор

Индивидуальное тестирование по практике заключительного этапа

датчиков, на прототип наземной станции.

Отправка данных производится с помощью метода `radio.write()`, а прием данных – с помощью методов `radio.available()` и `radio.read()`. Черный ящик рассылает данные по всем каналам сразу, что обеспечивает надёжную передачу данных и минимизирует риск помех. Кроме того, используются индивидуальные адреса для передачи данных с МКА на прототип наземной станции.

5. Расскажите хронологию событий катастрофы, произошедшей с потерянными космическим кораблём «Титан».

После расшифровки данных, отправляемых черным ящиком потерянного космического корабля, получаются следующие сообщения (расшифрованные сообщения также были предоставлены в приложении 2 финального задания):

[I] GPI

[W] ASN

[C] CM Sec 4

[W] THI DSU

[C] BH FSG

[C] DLF DCA

[C] CO

[C] CLA

Воспользовавшись описанием данных кодов в приложении 3 финального задания, можно восстановить следующую хронологию событий, произошедших с космическим кораблём «Титан»:

1. [I] GPI ([Information] Instability of the Power Grid - Информационное сообщение Нестабильность энергосистемы) – В корабле возникли проблемы в энергоснабжении.
2. [W] ASN ([Warning] Anomaly in Navigation System - Предупреждение Неполадки в навигационной системе) – Из-за проблем в энергоснабжении корабля возникли неполадки в навигационной

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

Профиль “Аэрокосмос”

Продуктовый сектор

Индивидуальное тестирование по практике заключительного этапа

системе. Корабль «Титан» сошёл с курса.

3. [C] CM Sec 4 ([Critical] Meteorite Impact in Sector 4 - Критическое сообщение Удар метеорита в секторе 4) – После потери курса произошло столкновение корабля с метеоритом.
 4. [W] THI DSU ([Warning] Increase in Hull Temperature due to Space Debris Unidentified - Предупреждение Увеличение температуры корпуса из-за неидентифицированных космических обломков) – В результате столкновения температура корпуса корабля повысилась.
 5. [C] BH FSG ([Critical] Damage to the Hull, Failure of Gravitational Systems - Критическое сообщение Повреждение корпуса, отказ гравитационных систем) – Произошло повреждение корпуса корабля, отказали системы искусственной микрогравитации.
 6. [C] DLF DCA ([Critical] Detection of Fuel Leakage, Detection of Atmospheric Contamination - Критическое сообщение Обнаружение утечки топлива, обнаружено загрязнение атмосферы корабля) – В результате столкновения с космическим телом в корабле произошла утечка топлива, внутренняя атмосфера была отравлена.
 7. [C] CO ([Critical] Critical Oxygen Level - Критическое сообщение Критический уровень кислорода) - Уровень кислорода в корабле опустился до критического уровня, угрожая жизни экипажа.
 8. [C] CLA ([Critical] Confirmation of Atmosphere Loss - Критическое сообщение: Подтверждение утраты атмосферы) -) Атмосфера корабля была утеряна. Вероятно, экипаж погиб из-за нехватки кислорода.
6. Какая система автоматизированного проектирования была использована для разработки 3D-моделей? 3D-модели каких компонентов устройств Вы разрабатывали?

Для разработки 3D-моделей была использована САПР Компас-3D. В ходе работы над заданием были смоделированы следующие компоненты:

- корпус малого космического аппарата формфактора Cubesat 1U;
- 3D-модели модуля NRF24L01, датчиков температуры и магнитного

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Профиль “Аэрокосмос”

Продуктовый сектор

Индивидуальное тестирование по практике заключительного этапа

поля (KY-013 и KY-035 соответственно);

- четыре солнечные панели размером не более 90x90x2мм;
- блок аккумуляторной батареи.

7. Опишите полный цикл работы всего комплекса.

В рамках финального задания был разработан комплекс, состоящий из прототипа малого космического аппарата (МКА) и прототипа наземной станции. Работа комплекса начинается с приема МКА зашифрованных методом аффинного шифрования сообщений от «черного ящика» потерянного космического корабля «Титан», для чего используется радиомодуль NRF24L01. После успешного приема данных происходит их расшифровка на МКА с помощью заранее разработанного алгоритма. Параллельно с расшифровкой данных МКА также собирает данные с бортовых датчиков – датчика температуры KY-013 и датчика магнитного поля KY-035.

Следующим шагом работы комплекса является передача как расшифрованных сообщений, так и собранных данных с датчиков на наземную станцию через радиосвязь, опять-таки с использованием модуля NRF24L01. На завершающем этапе наземная станция принимает и обрабатывает поступившие данные, выводя их на ЖК-дисплей MT-16S2H.

8. В чем заключается основная идея метода Аффинного шифрования?

Основная идея Аффинного шифрования заключается в использовании простой линейной формулы для преобразования каждого символа в зашифрованный: $E(x) = (ax + b) \bmod m$, где a и b - произвольные заданные переменные, m - количество символов в алфавите, “mod” - арифметическая операция получения остатка от целочисленного деления, $E(x)$ - порядковый номер зашифрованной буквы.

Кроме того, шифр Цезаря является частным случаем Аффинного шифрования с $a=1$.

9. В каких единицах измерения выводятся данные, принятые с датчика температуры и датчика Холла?

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Профиль “Аэрокосмос”

Продуктовый сектор

Индивидуальное тестирование по практике заключительного этапа

В самом начале после преобразования с помощью АЦП Arduino Uno данные температуры и данные датчика магнитного поля представляют собой безразмерные цифровые значения. Поскольку АЦП Arduino Uno по умолчанию использует опорное напряжение 5 В и имеет разрядность 10 бит, то по считанным значениям может быть рассчитано напряжения на выводах АЦП по формуле:
$$\text{Напряжение} = \frac{\text{считанное значение}}{2^{10}} \cdot 5 \text{ В} = \frac{\text{считанное значение}}{1024} \cdot 5 \text{ В}.$$

В рамках финального задания также необходимо создать функцию, которая будет преобразовывать считанные значения АЦП датчика температуры в градусы Цельсия.

Таким образом, данные, принятые с датчика температуры измеряются в градусах Цельсия, а значения датчика Холла являются безразмерными цифровыми значениями.

10. Какие протоколы передачи данных используются при взаимодействии платы Arduino Uno и модулей радиосвязи и ЖК-дисплея?

При взаимодействии платы Arduino Uno и модулей радиосвязи используется протокол SPI. При взаимодействии платы Arduino Uno и ЖК-дисплея используется протокол параллельный четырёхбитный протокол связи.