

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Аэрокосмический профиль
Командно-практическое задание
2022-2023 уч.г.

Время выполнения задания – 235 мин.

**"Дублирование работающего малого космического аппарата
Cubesat 2U"**

Заключительный этап проводится в формате выполнения практического задания, состоящего из нескольких этапов (3D-моделирование, обработка значений, программирование микроконтроллера, декодирование данных). В рамках данного задания участники Олимпиады должны проявить свои междисциплинарные знания в области инженерии космических систем (аппаратные платформы, микроконтроллеры, 3D-моделирование, разработка программного обеспечения, анализ данных).

Задание: в соответствии с требованиями каждого этапа выполнения задания заключительного этапа олимпиады команде участников необходимо разработать прототип собственного малого космического аппарата (МКА) формата Cubesat 2U, оснащенного бортовым компьютером, системой лазерного наведения, а также бортовыми датчиками температуры и магнитного поля (датчик Холла). Формат предоставления показаний датчиков должен соответствовать формату расшифрованных получаемых данных с работающего аппарата, представленного на Олимпиаде в виде передатчика AIS (Automatic Identification System), отправляющего зашифрованную информацию через радиопередатчик. На основе получаемых с передатчика AIS данных также необходимо реализовать наведение лазера на цель по координатам, присутствующим в этих данных.

Примечание: каждый этап выполнения задания заключительного этапа олимпиады может выполняться отдельно от других этапов и/или выполняться параллельно с другими этапами. Каждый этап защищается командой отдельно и оценивается отдельно.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Аэрокосмический профиль
Командно-практическое задание
2022-2023 уч.г.

Этап №1. Определение формата передаваемых данных.

При помощи платы Arduino UNO и модуля радиоприемника требуется реализовать прием зашифрованных сообщений, отправляемых с передатчика AIS посредством радиопередатчика, а также произвести их расшифровку и вывод в последовательный порт.

Примечание: передатчик AIS в рамках задания представляет собой плату Arduino WEMOS D1 и радиомодуль NRF24L01.

ВАЖНО! Участники могут включать радиомодуль NRF24L01 только на приём данных!

Команда, которая будет отправлять данные в эфир (шуметь) с помощью радиомодуля NRF24L01 и/или других модулей и устройств, будет дисквалифицирована!

Перечень необходимых элементов: Плата Arduino UNO, приемопередатчик NRF24L01, соединительные провода, безопасная макетная плата.

В рамках выполнения этапа №1 команде участников необходимо:

1. Разработать устройство приема сообщения, отправляемого с передатчика AIS.
2. Разработать программное обеспечение, позволяющее производить прием закодированных сообщений, зашифрованных методом шифра Цезаря. В случае, если команде не удалось принять сообщения с передатчика AIS, их можно взять в Приложении 1, при этом за выполнение задания ставится 0 баллов.
3. Разработать программное обеспечение, способное производить расшифровку сообщений, зашифрованных методом шифра Цезаря, состоящих из латинских букв верхнего и нижнего регистра, цифр и символов "=" (равно) и "_" (нижнее подчеркивание), и выводить их в последовательный порт.

Алгоритм работы программного обеспечения передатчика AIS:

Передатчик AIS транслирует сообщения посредством радиопередатчика NRF24L01. Канал указан на доске кабинета, в котором находятся участники. Каждое сообщение содержит в себе зашифрованную строку формата: **"название_отправляемого_параметра=значение_параметра"** (пример: **new_temp=20**), либо текстового сообщения на английском языке с символами

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Аэрокосмический профиль
Командно-практическое задание
2022-2023 уч.г.

"_" (нижнее подчеркивание) вместо пробелов. Длина каждого сообщения перед кодировкой составляет 16 символов, если значимых символов в сообщении было меньше 15, то они дополняются до 15 символами "_" (нижнее подчеркивание) (например: `new_temp=20` перед кодированием будет дополнен до `new_temp=20_____`), а в конец сообщения устанавливается символ нуль-терминатора '\0'.

Важно. Передатчик AIS передает набор сообщений, отображающий координаты для наведения лазера и информацию о морском судне (название и идентификационный номер). Содержание сообщений остается неизменным, однако в некоторых пакетах, передаваемых с передатчика AIS, может отсутствовать один из параметров. В таком случае полезная информация в сообщении заменяется символом "*" (звездочка) (пример: "*****"). Гарантируется, что пропущенное сообщение обязательно появится в одном из следующих пакетов, однако "потерянным" может стать другое сообщение. Сообщения в пакете передаются с паузой в 1 секунду. Символ "°" в сообщении означает градусы, а символ ' - минуты.

Примечание: Шифр Цезаря — это метод шифрования, в котором каждая буква в сообщении заменяется на другую букву, находящуюся впереди на несколько позиций в алфавите. Этот метод получил свое название в честь древнеримского императора Цезаря, который использовал его для передачи тайных сообщений.

Например, если мы будем использовать шифр Цезаря со сдвигом на 3 позиции, то буква "A" будет заменена на букву "D", "B" на "E", "C" на "F" и т.д. Таким образом, сообщение "HELLO" будет зашифровано как "KHOOR", а сообщение "Height=103" будет зашифровано как "Khljkw=103"

Шифр Цезаря можно расшифровать, зная количество позиций, на которые производился сдвиг. Если мы знаем, что сообщение было зашифровано со сдвигом на 3 позиции, то мы можем вернуться назад и расшифровать сообщение.

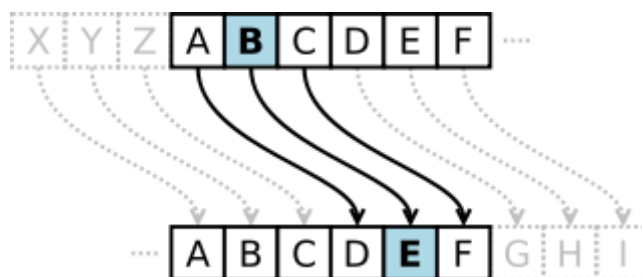


Рисунок 1. Визуализация кодирования шифром Цезаря

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Аэрокосмический профиль
Командно-практическое задание
2022-2023 уч.г.

Цифры и символы в сообщениях, передаваемых AIS, не шифруются. Буквенные символы могут передаваться как в нижнем, так и верхнем регистре.

Для дешифрования вам может понадобиться таблица ASCII (American Standard Code for Information Interchange) - стандартный набор символов для кодирования текстовой информации, который используется в компьютерных системах и устройствах. (Приложение 2) Он включает в себя 128 символов, включая латинские буквы, цифры, знаки пунктуации и специальные символы. Каждый символ в таблице ASCII представлен уникальным числовым кодом в диапазоне от 0 до 127. Например, буква "A" имеет код 65, а символ "@" имеет код 64. Эти коды используются для хранения и передачи текстовой информации в компьютерных системах.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Аэрокосмический профиль
Командно-практическое задание
2022-2023 уч.г.

Этап №2. 3D-моделирование прототипа МКА формата Cubesat 2U

Команде необходимо разработать трехмерную модель прототипа МКА формата Cubesat 2U, удовлетворяющую нижеизложенным требованиям. Результат выполнения этапа должен включать в себя трехмерные модели модуля и датчиков с учетом их креплений, элементов МКА и корпуса.

В рамках выполнения этапа №2 команде участников необходимо:

1. Разработать 3D-модель корпуса МКА в соответствии с требованиями.

Требования к 3D-модели корпуса:

- Корпус необходимо реализовать в соответствии с документацией, находящейся в Приложении 3.
- В корпусе должны быть предусмотрены крепления для всех внутренних элементов: лазер KY-008, датчики KY-013 и KY-035, Arduino UNO;
- Крепления должны иметь возможность соединения с элементами посредством болта и гайки;
- Каждый элемент должен иметь не менее, чем две точки крепления к корпусу или другому элементу.
- Соединительные провода должны пролегать вдоль конструкции и крепиться к ней;
- В конструкции должна присутствовать возможность замены любого из внутренних модулей (элементы можно достать, не нарушая целостности элементов корпуса МКА).

2. Разработать 3D-модели модуля NRF24L01, датчиков KY-013 и KY-035, их креплений и элементов МКА в соответствии с требованиями.

Требования к 3D-модели модулей, их креплений и элементов МКА:

- 4 солнечные панели размером не более 90x90x2мм и предусмотренным креплением с корпусом МКА и возможностью соединения с другими элементами МКА при помощи соединительных проводов (размер солнечных панелей можно выбрать самостоятельно, однако он не должен превышать указанный в пункте).

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Аэрокосмический профиль
Командно-практическое задание
2022-2023 уч.г.

- Блок аккумуляторной батареи размеров не более 90x80x25мм и предусмотренным креплением с корпусом МКА и возможностью соединения с другими элементами МКА при помощи соединительных проводов. Реализовать в соответствии с документацией, находящейся в Приложении 3.
- Модуль NRF24L01 должен быть интегрирован в корпус МКА с учетом требований. 3D-модель модуля NRF24L01 необходимо реализовать в соответствии с документацией, находящейся в Приложении 3.
- 3D-модели датчиков KY-013 и KY-035 необходимо реализовать в соответствии с документацией, находящейся в Приложении 3.
- Для каждого из используемых элементов (лазер KY-008, датчики KY-013 и KY-035, Arduino UNO) необходимо разработать корпуса, которые будут удовлетворять возможным соединениям данного объекта.
- 3D-модель платформы для расположения элементов в МКА.
- Соединительные провода: диаметр провода 1мм.

Примечание: Те размеры, которые не указаны, требуется воссоздать пропорционально относительно рисунка.

Этап №3. Дублирование устройства и функционала передатчика AIS

В данном этапе требуется разработать устройство сбора данных с датчиков температуры и Холла, обеспечить вывод значений на LCD дисплей в формате, полученном на этапе №1, а также реализовать наведение лазера на цель на основе получаемых с передатчика AIS данных (долгота и широта).

Перечень необходимых элементов: плата Arduino UNO, датчик холла KY-035, датчик температуры KY-013, LCD дисплей, сервоприводы, двухосевой модуль для соединения сервоприводов, лазер KY-008, соединительные провода, беспаячная макетная плата (Приложения 5, 6, 7, 8, 9, 10).

Участникам требуется:

1. Произвести верное подключение всех датчиков и модулей к плате Arduino UNO.
2. Разработать программное обеспечение для платы Arduino UNO, позволяющее выводить данные температуры и интенсивности магнитного поля на LCD дисплей (в случае, если не удастся подключить дисплей, можно осуществить вывод данных в последовательный порт).

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Аэрокосмический профиль
Командно-практическое задание
2022-2023 уч.г.

3. Реализовать перевод показаний датчика температуры из дискретного значения с АЦП в градусы цельсия (Приложение 4).
4. Реализовать наведение лазера на цель по координатам, полученным с передатчика AIS. В качестве координат для наведения по двум осям использовать значения градусов (обозначаются символом “°”). Для центровки и устранения смещений значений угла участникам будет выдана мишень с размеченными метками и углами поворота сервопривода. Модуль сервоприводов должен быть собран так, чтобы в нулевом положении лазер нацеливался на метку “нулевое положение”, а по координатам, получаемым с передатчика AIS, - на метку “цель”. Управление лазером не обязательно, лазер может быть включен постоянно.

Вспомогательные материалы для сборки двухосевого модуля сервоприводов можно посмотреть в Приложении 10. Для проверки функции наведения можно посмотреть материалы в Приложении 11.

Примечание. Для корректной работы модуля NRF24L01 следует использовать версию библиотеки, указанную в Приложении 5. В случае нехватки цифровых пинов можно использовать вместо них оставшиеся аналоговые пины - они также могут выполнять функцию цифровых. В программе они обозначаются как “A0”, “A1” и т.д.