

## Московская предпрофессиональная олимпиада

Практика заключительного этапа

Раздел: «Аэрокосмос»

### «Разработка малого космического аппарата и наземной станции»

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

**Важно.** Каждая команда должна загрузить результаты работы в папку команды по следующей ссылке: <https://clck.ru/39mB2j>. Название сохраняемых файлов должно быть представлено в виде “НазваниеКоманды\_№файла.формат”. Все файлы должны быть сохранены в архиве с названием “НазваниеКоманды.zip” или “НазваниеКоманды.rar”. Если команда не выполнит какой-либо пункт задания, связанный с загрузкой результатов работы, ей будет присвоена оценка "0". Для учёта выполнения задания необходимо завершить загрузку работ на указанный ресурс (<https://clck.ru/39mB2j>) до 16:00. Загрузка работ после указанного времени будет рассматриваться как невыполнение условия задания, влекущее за собой присвоение оценки "0".

Архив должен содержать 3D-модели, файлы сборки при наличии, файлы программного кода, фото процесса сборки и монтажа компонентов, а также собранных устройств и другие файлы, полученные в результате работы команды над финальным заданием.

Ссылка на папку с заданием и приложениями

<https://clck.ru/39mBRk>



Ссылка для загрузки результатов работы

<https://clck.ru/39mB2j>



## Легенда

В далеком будущем, когда человечество освоило дальние уголки космоса и приблизилось к границам галактики, научно-исследовательский космический корабль "Титан" внезапно прекратил передачу данных на Землю. Задуманный как венец космической инженерии и исследований, "Титан" отправился в одно из самых амбициозных путешествий на край галактики, чтобы исследовать неизведанные звездные системы и возможные обитаемые миры. Но в один роковой момент связь с кораблем была утрачена, оставив после себя лишь зашифрованные сообщения с бортового черного ящика, предположительно содержащие данные о его последних моментах, встречах с неизвестными космическими явлениями и причинах крушения.

Понимая значимость этих данных не только для понимания судьбы "Титана", но и для будущих космических исследований, Межгалактический Институт Экзопланетных Миссий (МИЭМ) инициировал Межпланетную Поисковую Операцию (МПО). Целью МПО стала не только разгадка тайн, оставшихся после исчезновения "Титана", но и обеспечение передачи его последних сообщений на Землю для дальнейшего анализа.

В рамках этой инициативы МИЭМ объявил о старте уникальной образовательной миссии, направленной на вовлечение молодых умов в процесс исследования космоса и разработки новых технологий. Школьникам предоставляется уникальная возможность участвовать в этом историческом событии, разрабатывая прототип малого космического аппарата (МКА) формата Cubesat 1U и наземной станции для него. Этот МКА станет ключевым элементом в системе переадресации данных с борта "Титана", позволяя не только восстановить утерянную связь с кораблем, но и пролить свет на многие тайны далекого космоса.

## Общее описание задания

В соответствии с требованиями каждого этапа выполнения финального задания олимпиады команде участников необходимо разработать прототип собственного малого космического аппарата (МКА) формата Cubesat 1U и прототип наземной станции.

МКА должен состоять из бортового компьютера, модуля радиосвязи, бортовых датчиков температуры и магнитного поля (датчик Холла). Прототип наземной станции должен состоять из платы с микроконтроллером, модуля радиосвязи и ЖК-дисплея.

Задача МКА состоит в том, чтобы принять и расшифровать данные с черного ящика потерянного космического корабля, собрать показания с собственных бортовых датчиков и отправить на наземную станцию, где вся информация (расшифрованное сообщение и показания с датчиков) должна выводиться на дисплей.

*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.*

## Этап №1. Прием и расшифровка сообщений

В данном этапе участникам требуется при помощи платы Arduino UNO и модуля радиосвязи NRF24L01 реализовать прием зашифрованных сообщений, отправляемых с черного ящика потерянного космического корабля, а также реализовать алгоритм для их расшифровки и отправки на прототип наземной станции, где они должны выводиться на ЖК-дисплей MT-16S2H.

**Примечание.** Черный ящик потерянного космического корабля в рамках задания представляет собой плату Arduino UNO и радиомодуль NRF24L01.

**Важно.** Каждой команде выдается ДВА АДРЕСА для радиомодулей NRF24L01: один общий адрес для приема, индивидуальный адрес для передачи данных и ОДИН индивидуальный канал. Команда, которая будет использовать чужой адрес и/или канал для отправки данных (шума) в эфир с помощью радиомодуля NRF24L01 и/или других модулей и устройств, будет дисквалифицирована!

Заготовка кода для инициализации радиомодуля NRF24L01 и его краткая техническая спецификация представлены в Приложении 1.

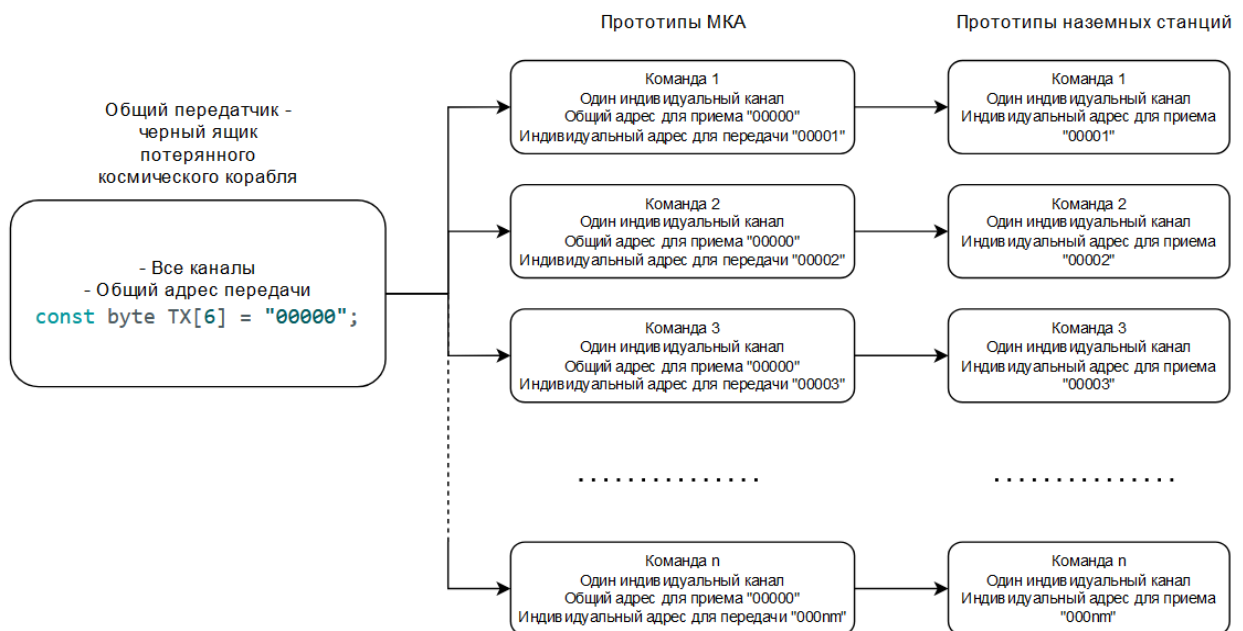


Рис. 1. Схема выделения адресов и каналов для каждой команды

Перечень необходимых компонентов для выполнения этапа №1 приведен в таблице 1.

Таблица 1. Перечень необходимых компонентов для этапа №1

Наименование компонента	Количество, шт.
Плата Arduino UNO	2
Радиомодуль NRF24L01	2
ЖК-дисплей MT-16S2H	1
Соединительные провода	По необходимости
Беспаячная макетная плата	1

В рамках выполнения этапа №1 команде участников необходимо:

1. Собрать прототип МКА для приема и расшифровки сообщений, отправляемых с черного ящика потерянного космического корабля, и для передачи расшифрованных сообщений на прототип наземной станции.
2. Собрать прототип наземной станции для приема и вывода отправляемых прототипом МКА расшифрованных сообщений на дисплей.
3. Разработать программный код для прототипа МКА, позволяющий по радиосвязи производить прием и дешифровку сообщений, зашифрованных методом аффинного шифрования, и пересылку расшифрованных сообщений на прототип наземной станции. В случае, если команде не удалось принять сообщения с черного ящика потерянного космического корабля, их можно взять в Приложении 2, при этом задание в этапе №1 оценивается максимально в половину от возможной оценки за данный этап.
4. Разработать программный код для прототипа наземной станции, позволяющий принимать сообщения с прототипа МКА по радиосвязи, и выводить эти сообщения на дисплей.

**Важно.** Для проверки выполнения задания экспертами необходимо добавить код вывода зашифрованных и дешифрованных сообщений в последовательный порт на прототипе МКА. Этап №1 и Этап №2 предполагают работу с передачей данных между

прототипом МКА и прототипом наземной станции и выводом информации на дисплей. Данные этапы можно выполнять вместе.

### **Алгоритм работы программного обеспечения черного ящика потерянного космического корабля**

Черный ящик потерянного космического корабля транслирует сообщения посредством радиопередатчика NRF24L01. Адрес и канал для приема сообщений указан на сопроводительной инструкции в наборе с компонентами. Каждое сообщение содержит в себе зашифрованную строку формата: "[тип\_сообщения] коды\_событий" (пример: "[П] ОС "). Длина каждого сообщения составляет 22 символа: 21 текстовый символ и символ окончания строки (нуль-терминатор) '\0'. Если значащих символов в сообщении было меньше 22, то они дополняются до 22 символами " " (пробел) (например: "[П] ОС 5%" перед шифровкой будет дополнен до "[П] ОС 5% "), а в конец сообщения устанавливается символ нуль-терминатора '\0'. Определения типов сообщений и кодов событий перечислены в Приложении 3.

**Важно.** Черный ящик потерянного космического корабля передает всего 10 сообщений, каждое с интервалом в 3 секунды. Все 10 сообщений различны. Содержание сообщений всегда остается неизменным.

**Примечание.** Ознакомиться подробнее с принципами аффинного шифрования можно в Приложении 4. Для корректной работы модуля NRF24L01 и ЖК-дисплея МТ-16S2Н следует использовать библиотеки, расположенные в папке с заданием.

## Этап №2. Сбор, отправка и прием телеметрии

В данном этапе требуется разработать устройство сбора данных с датчиков температуры и магнитного поля (датчик Холла), обеспечить передачу данных на прототип наземной станции посредством радиосвязи и вывод значений на ЖК-дисплей MT-16S2H.

Перечень необходимых компонентов приведен в таблице 2.

Таблица 2. Перечень необходимых компонентов для этапа №2

Наименование компонента	Количество, шт.
Плата Arduino UNO	2
Датчик холла KY-035	1
Датчик температуры KY-013	1
Радиомодуль NRF24L01	2
ЖК-дисплей MT-16S2H	1
Соединительные провода	По необходимости
Беспаячная макетная плата	1

В рамках выполнения этапа №2 команде участников необходимо:

1. Собрать прототип МКА для получения данных о температуре, магнитном поле и реализовать передачу этих данных на прототип наземной связи посредством модуля радиосвязи NRF24L01, произведя верное подключение модуля радиосвязи и всех датчиков и модулей к плате Arduino UNO.

2. Собрать прототип наземной станции для приема и вывода отправляемых прототипом МКА данных на дисплей, произведя верное подключение модуля радиосвязи и ЖК-дисплея МТ-16S2Н к плате Arduino UNO.
3. Разработать программный код для прототипа МКА, позволяющий считывать значения с датчика магнитного поля и датчика температуры. Кроме этого, необходимо реализовать перевод значений температуры в градусы Цельсия. Программный код должен включать пересылку данных с датчиков на прототип наземной станции с помощью радиосвязи.
4. Разработать программный код для прототипа наземной станции, позволяющий принимать данные о температуре и магнитном поле с прототипа МКА по радиосвязи, и выводить эти сообщения на дисплей. В случае, если не удастся подключить дисплей, можно осуществить вывод данных в последовательный порт.

**Примечание.** Для корректной работы модуля NRF24L01 и ЖК-дисплея МТ-16S2Н следует использовать библиотеки, расположенные в папке с заданием. Для подключения ЖК-дисплея МТ-16S2Н можно воспользоваться технической документацией, представленной в приложениях 5, 6, для подключения датчиков - технической документацией в приложениях 7, 8. Формула для перевода показаний датчика температуры в градусы Цельсия находится в приложении 9.

**Важно.** Этап №1 и Этап №2 предполагают работу с передачей данных между прототипом МКА и прототипом наземной станции и выводом информации на дисплей. Данные этапы можно выполнять вместе.



### Этап №3. 3D-моделирование прототипа МКА формата Cubesat 1U

В данном этапе команде необходимо разработать трехмерную модель прототипа МКА формата Cubesat 1U, радиопередатчика NRF24L01 и датчиков температуры и магнитного поля (KY-013 и KY-035 соответственно) с учетом их креплений.

Команда участников должна:

1. Разработать 3D-модель корпуса МКА в соответствии со следующими требованиями:
  - Корпус необходимо реализовать в соответствии с документацией, находящейся в Приложении 10.
  - В корпусе должны быть предусмотрены крепления для всех внутренних элементов: датчиков температуры и магнитного поля (KY-013 и KY-035 соответственно), Arduino UNO.
  - Крепления должны иметь возможность соединения с элементами посредством винтовых соединений.
  - 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 температуры и магнитного поля (KY-013 и KY-035 соответственно), их креплений и элементов МКА в соответствии с требованиями:
  - четыре 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).
  - Блок аккумуляторной батареи размеров не более 90x95x25мм 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 11.
  - 3D-модели модуля NRF24L01, датчиков температуры и магнитного поля (KY-013 и KY-035 соответственно) необходимо реализовать в соответствии с документацией, находящейся в Приложении 10.
  - Диаметр соединительных проводов - 1 мм.

**Примечание.** Не указанные на чертежах размеры следует воссоздавать, соблюдая пропорции, заданные на рисунках и чертежах.