

# Командный практический тур

## Общее описание задания финала

Команда участников должна завершить окончательную сборку ровера из предоставляемого организаторами набора компонентов.

Команда участников должна самостоятельно разработать полезную нагрузку для ровера, которая поможет выполнить основное задание финала — расставить на поверхность 4 радиомаяка, которые ровер привезет с собой на место расположения. Для сборки, настройки, программирования и конструирования команда может пользоваться как предоставленными организаторами приборами и инструментами, так и использовать свои. Возможно использование дополнительных компонентов если они доступны всем командам участникам.

В процессе сборки и проектирования полезной нагрузки команда должна пройти ряд наземных испытаний проверяющих как функционируют отдельные узлы ровера.

После наземных испытаний, начинается этап испытаний на полигоне.

На полигоне Команда участников должна доехать в режиме пакетного управления от Спускаемого модуля (СМ) до площадки строительства космодрома (ПСК). Осуществить доставку и расстановку на ПСК 4-х маяков, выдаваемых организаторами при помощи сконструированной Командой ПН.

После чего в режиме пакетного управления Команда должна довести ровер до Взлетного модуля и въехать в него.

Для навигации на полигоне Команда может использовать камеры ровера, а также получать снимки со спутника. Для реализации алгоритмов управления Команда должна разработать протокол управления ровером в пакетном режиме загрузки команд по радиосвязи (УКВ).

Команда получает оценку за совокупность решений и вольна выбирать любую конструкцию систем полезной нагрузки, программирования, настройки и управления. Системы полезной нагрузки должны быть изготовлены и собраны командой Участников самостоятельно из предоставляемых организаторами материалов и компонентов с использованием технологий предоставляемых организаторами на равных для всех участниках условиях, протестированы и запрограммированы в соответствии с поставленными задачами. Управление ровером должно быть реализовано Командой участников самостоятельно.

## Инфраструктура

Организаторы создают три зоны:

1. Лабораторная зона.

2. Командный пункт.
3. Полигон.

Подготовка к решению задачи финала и наземные испытания ведутся в лабораторной зоне. Задача финала решается на полигоне имитирующей поверхность условной планеты. Во время решения задачи команда не имеет визуального контакта с полигоном и находится в командном пункте.

### ***Базовый набор для каждой команды-участника***

- Набор для сборки ходовой платформы ровера-планетохода и система управления на основе Robot Operating System (ROS).
- Механические и электронные компоненты для конструирования полезной нагрузки.
- Компьютер с операционной системой Ubuntu и установленной ROS и необходимыми пакетами (freeware)\*
- Компьютер с операционной системой Windows и установленным Arduino IDE (freeware), Autodesk Inventor (Educational license), Adobe Acrobat (freeware).\*
- Набор ручного инструмента (бокорезы, пинцет, кусачки, плоскогубцы, макетный нож, набор отверток).
- Комплект расходных материалов (флюс, припой, изолента, монтажные, провода).

\* Команда может использовать свои ноутбуки без ограничений.

### ***Оборудование общего пользования на площадке***

- Элементы питания 18650 не менее 4 шт на команду.
- Зарядные устройства не менее одного на 3 команды.
- Расширенный набор ручного инструмента.
- Шуруповерт не менее 1шт на 5 команд.
- Набор сверл не менее 1шт на 5 команд.
- Комплект расходных материалов.
- Паяльное оборудование.
- Комплект крепежа.
- Станок лазерной резки (1 шт на 10 команд) с ПО и ПК.
- Удлинители не менее 1 на команду.
- Локальная сеть с интернетом.

### ***Программное обеспечение***

Перечислено только специфическое программное обеспечение, предполагая наличие стандартного ПО:

- Windows 10 (license).
- Ubuntu 18.04 LTS (freeware).

- ROS Melodic Morenia (freeware).
- Autodesk Inventor 21 (Education license or trial).
- Adobe Acrobat (freeware).
- Arduino IDE (freeware).

*Материалы и оборудование выдаваемое командам по их требованию в случае успешного прохождения защиты проектов полезной нагрузки (максимально на одну команду):*

- сервопривод малый - 4 шт.;
- сервопривод большой - 3 шт.;
- камера USB - 2 шт.;
- концевые выключатели - 4 шт.;
- плата расширения - 1 шт.;
- уголки металлические - 4 шт.;
- рейки металлические перфорированные - 6 шт.;
- шаговый микро-мотор с редуктором;
- светодиод с корпусом;
- электронные компоненты;
- провода;
- разъемы;
- крепеж в ассортименте.

Материалы доступные для конструирования ПН:

- Акриловый пластик толщиной 3 мм.

Оборудование доступное для конструирования ПН:

- Станок лазерной резки. Ручной инструмент.

3D модели:

- База ровера.
- Сервопривод стандартный.
- Микросервопривод.
- Камера.
- Мотор.
- Концевой выключатель микро.
- Концевой выключатель большой.
- Маяк.

Все модели можно скачать здесь:

<https://drive.google.com/file/d/1dBnjDZe3VtSJ9620QE1cCFkLN9g27aXd/view?usp=sharing>

## Полигон

Полигон представляет собой открытую местность (или закрытое помещение в случае плохой погоды) с разметкой по зонам и местам выполнения задач.

Описание ключевых зон полигона:

- Зона посадки - Перед выполнением задания ровер участников выставляется в зоне старта на полигоне. Ориентация ровера может варьироваться для каждого старта каждой команды участников. Расстояние до ПСК примерно одинаковое для всех команд. Небольшая вариация расстояний до ПСК возможна, но не влияет на выполнение задания.
- Зоны навигации - большая часть полигона представляет собой путь до ПСК, разбитый на зоны. В этих зонах движение ровера происходит только в режиме пакетной загрузки команд управления. В зонах навигации могут присутствовать искусственные препятствия. Касание/сбитие препятствия или границы полигона пенализируется. Намеренное сбивание препятствий ведет к дисквалификации.
- Зоны выполнения задания - помеченные зоны на полигоне. В зоне выполнения задания ровер в пакетном режиме управления должен выполнить основное задание.

## Детальное описание задания финала

Для выполнения задачи финала Команда участников должна спроектировать, изготовить, собрать и подключить полезную нагрузку позволяющую выполнить следующие функции:

1. Осуществлять связь Команды с ровером при помощи радиомодуля.
2. Расставлять радиомаяки на поверхность условной планеты.
3. Осуществлять видеосъемку результатов установки радиомаяков.
4. Осуществлять видеосъемку для целей навигации.

Кроме того необходимо осуществить настройку и программирование систем ровера, позволяющее выполнять следующие функции:

1. Управление ровером в лабораторной зоне через Wi-Fi.
2. Передача команд на движение на ровер через радиомодуль.
3. Передача команд на управление полезной нагрузкой через радиомодуль.
4. Принятие информации от ровера через радиомодуль (фото, видео, одометрия, телеметрия).
5. Пакетная передача команд на движение и управление ПН.

Для реализации этих функций Команды должны решить несколько заданий. На наземных испытаниях организаторы будут проверять правильность решения этих заданий и выставлять за них оценки. Команде необходимо создать облачное хранилище (Google Drive, Яндекс Диск, DropBox и т.д.) и предоставить организаторам ссылку и права на скачивание файлов из него.

## ***Задания на конструирование полезной нагрузки***

При конструировании полезной нагрузки необходимо учитывать как минимум следующие параметры:

1. Не допускается размещение полезной нагрузки таким образом, чтобы она мешала штатным кнопкам включения ровера, замене батарей и доступу к отсеку электроники.
2. Не допускается конструирование полезной нагрузки таким образом, чтобы габаритные размеры ровера со смонтированной ПН превышали высоту от поверхности: 520мм, ширину: 520 мм., длину: 600 мм.
3. Перед тем как что-либо физически делать с ровером, необходимо пройти защиту у организаторов того, что вы собираетесь делать.
4. Крепление к раме осуществляется винтами М4х8 или М4х10 на Т-гайку М4.
5. Чертежи для лазерной резки принимаются в формате .DXF размеры в миллиметрах. Резка чертежей, осуществляется только после защиты Команды полезной нагрузки перед организаторами.
6. Внимание! После сдачи чертежей на изготовление деталей методом лазерной резки, детали будут изготовлены в течение 12 часов. Таким образом все чертежи на резку желательнее сдавать до вечера второго дня, чтобы у Команды участников было время на внесение изменений в проекты в случае необходимости.
7. Результаты всех задач сдаются в виде презентации с включенными в нее скриншотами сборки ровера и ПН (без проводов, электронные модули - схематично), фотографиями реально собранной ПН, схем подключения и т. д..

### ***Задание №1: Конструирование блока крепления, радиомодуля и антенной мачты***

- Спроектировать и вырезать верхнюю крышку ровера для крепления блока и антенны. Размер радиомодуля менее 40×25×4 мм. Размер USB-Uart преобразователя с входом для провода microusb - менее 40×25×9 мм.
- Нарисовать схему подключения радиомодулей на ровере и на компьютере.
- Подключить радиомодуль к USB-uart преобразователю для компьютера использовать с выходом на usb.
- Подключить радиомодуль к USB-uart преобразователю для ровера использовать с выходом на microusb.
- Рассчитать четвертьволновую антенну.
- Спроектировать антенную мачту.
- Сделать чертежи деталей для резки.
- Смонтировать четвертьволновую антенну.
- Сделать кабель для подключения радиомодуля и usb-uart к роверу, с разрывом линии DTR выключателем.
- Собрать приемник для ровера и установить его в спроектированный корпус.
- Проверить работоспособность с помощью ПО Coolterm.
- Добавить спроектированный модуль на общую сборку с ровером и другими модулями.

### Требования к креплению приемника

- Блок крепления для радиомодуля выдается <https://yadi.sk/d/a7KQAnuNxqu7Aw>.
- Блок крепления для радиомодуля должен надежно прилегать к крышке ровера, в закрытом корпусе.
- Монтаж на винты — разборная конструкция.
- Антенна выходит на внешнюю сторону ровера и закреплена на мачте.
- USB кабель входит внутрь корпуса ровера и дотягивается до Raspberry Pi.
- Фото надо снимать в разрешении достаточном для того чтобы можно было отчетливо различить элементы полезной нагрузки.

### Результаты, которые надо представить:

- Презентация сборки модуля (в файловом хранилище команды) в составе:
  - Скриншот сборки модуля и антенну в САД на ровере блока крепления радиомодуля в трех проекциях (спереди, сбоку и сверху), и в изометрической проекции, показывающей модуль наилучшим способом.
  - Фотография в трех проекциях (спереди, сбоку и сверху), и в изометрической проекции, показывающей модуль и антенну наилучшим способом.
  - Схема подключения радиомодуля. Можно как фотография чертежа.
  - Расчет длины антенны. С формулами и подстановками реальных данных. Ответ должен совпадать с реально изготавливаемой антенной.
- Чертежи для лазерной резки в файлах, в файловом хранилище команды.
- Работающее изделие радиомодуля в ровере. Демонстрация работоспособности лежит в зоне ответственности Команды.

## *Задание №2: Конструирование держателя обзорной камеры*

- Сконструировать держатель обзорной камеры.
- Сделать чертежи деталей для резки.
- Собрать держатель камеры на ровере.
- Добавить спроектированный модуль на общую сборку с ровером и другими модулями.

### Требования

- Держатель должен представлять из себя неподвижную мачту с местом под размещение камеры направленной по ходу движения ровера.
- Держатель обзорной камеры крепится к задней панели ровера под штатные крепления болтов обшивки
- Камера прикрепляется на двусторонний скотч.
- Высота держателя и угол наклона камеры подбираются таким образом, чтобы в кадр попадала передняя часть ровера (от дифференциала подвески и вперед).
- Фото надо снимать в разрешении достаточном для того чтобы можно было отчетливо различить элементы полезной нагрузки.

### Результаты, которые надо представить:

- Презентация сборки модуля (в файловом хранилище команды) в составе:
  - Скриншот сборки модуля в САД на ровере в трех проекциях (спереди,

сбоку и сверху), и в изометрической проекции, показывающей модуль наилучшим способом.

- Фотография в трех проекциях (спереди, сбоку и сверху), и в изометрической проекции, показывающей модуль наилучшим способом.
- Схема подключения камеры. Можно как фотография чертежа.
- Чертежи для лазерной резки в файлах, в файловом хранилище команды.
- Готовый держатель смонтированный на ровере.

### ***Задание №3: Конструирование поворотного крепления для камеры***

- Спроектировать поворотное крепление для камеры с использованием не более 2-х сервоприводов.
- Сделать чертежи деталей для резки.
- Собрать и подключить поворотное крепление с камерой на ровере.
- Добавить спроектированный модуль на общую сборку с ровером и другими модулями.

#### **Требования**

- Камера должна крепиться плоской стороной на двухсторонний скотч к вашей конструкции.
- Для данной задачи нужно использовать маленькие сервоприводы .
- Сервоприводы должны быть подключены к 44 и 45 разъемам на плате ровера.
- Фото надо снимать в разрешении достаточном для того чтобы можно было отчетливо различить элементы полезной нагрузки.

#### **Результаты, которые надо представить:**

- Презентация сборки модуля (в файловом хранилище команды) в составе:
  - Скриншот сборки модуля в САД на ровере в трех проекциях (спереди, сбоку и сверху), и в изометрической проекции, показывающей модуль наилучшим способом.
  - Фотография в трех проекциях (спереди, сбоку и сверху), и в изометрической проекции, показывающей модуль наилучшим способом.
  - Схема подключения камеры. Можно как фотография чертежа.
- Чертежи для лазерной резки в файлах, в файловом хранилище команды.
- Готовое поворотное крепление для камеры смонтированное на ровере
- Работающее поворотное крепление для камеры смонтированное на ровере. Демонстрация работоспособности лежит в зоне ответственности Команды.

### ***Задание №4: Конструирование механизма позволяющего устанавливать радиомаяки на грунт***

- Разработать конструкцию механизма позволяющего устанавливать радиомаяки на грунт.
- Сделать чертежи деталей для резки.
- Собрать и подключить механизм.

- Добавить спроектированный модуль на общую сборку с ровером и другими модулями.

### Требования

- Крепление полезной нагрузки допускается спереди ровера и/или сверху.
- Механизм должен позволять быструю загрузку маяков (без разбора самого механизма).
- Механизм должен обеспечивать установку маяков рабочей стороной вверх (се-ребристая).

### Результаты которые надо представить:

- Презентация сборки модуля (в файловом хранилище команды).
- Скриншот сборки модуля в САД на ровере в трех проекциях (спереди, сбоку и сверху), и в изометрической проекции, показывающей модуль наилучшим способом.
- Фотография в трех проекциях (спереди, сбоку и сверху), и в изометрической проекции, показывающей модуль наилучшим способом.
- Схема подключения камеры. Можно как фотография чертежа.
- Чертежи для лазерной резки в файлах, в файловом хранилище команды.
- Готовый механизм установки радиомаяков смонтированный на ровере.
- Работающий механизм установки радиомаяков смонтированный на ровере. Демонстрация работоспособности лежит в зоне ответственности Команды.

## *Задания на программирование и настройку*

При проверке работоспособности, настройке и программировании ровера рекомендуется пользоваться инструкцией на плату управления:

<https://voltbro.gitbook.io/turtlebro/>

Общие рекомендации по управлению и программированию ровера:

<https://www.notion.so/vbtodo/2021-9ff71a5ecda24f89993806a9aae796f1>

При разработке модели управления ровером необходимо учитывать, что движение в зоне навигации происходит в режиме пакетной загрузки. Режим пакетной загрузки засчитывается в оценку за выполнение задания, только при использовании разработанного Командой протокола общения с ровером через УКВ-радио, без использования Wi-Fi. Команды возможно объединять в пакеты. Для оценки управления, учитывается кол-во составленных пакетов, а не команд.

Для работы по радиомодулю необходимо установить скорость 19200 и настроить канал соответствующий номеру вашей команды.

**Радио каналы команд** Команда 1 - 4.

Команда 2 - 8.

Команда 3 - 12.

Команда 4 - 16.

Команда 5 - 20.

Команда 6 - 24.



Команда 7 - 28.

Команда 8 - 32.

### ***Задание №5. Управление ровером в лабораторной зоне***

- Подключиться к роверу по ssh.
- Проверить, что ровер корректно реагирует на команды управления заданные из терминала ssh.
- Снять видео о том, как команда управляет ровером при помощи передачи прямых команд через терминал.

#### **Требования**

- На видео, которое Команда должна снять для подтверждения решения данной задачи, нужно продемонстрировать ввод команд на движение через терминал ssh, и то как ровер на это реагирует.
- Как минимум Команда демонстрирует движение ровера по прямой на расстояние не менее 1 м. и поворот на месте или в движении на угол не менее 25 градусов.
- Видео надо снимать в разрешении достаточном для того чтобы можно было прочитать команды в терминале.

#### **Результаты которые надо представить:**

- Видео которое сняла Команда (в файловом хранилище команды).

### ***Задание №6. Управление ровером в пакетном режиме***

- Разработать протокол управления ровером через радиомодуль.
- Написать описание протокола управления.
- Протестировать протокол управления.
- Снять видео как ровер реагирует на ввод различных команд в соответствии с протоколом управления.

#### **Требования**

- Команды можно объединять в пакеты.
- Команда для ровера должна быть длиной ровно 3 байта.
- Получать данные с ровера можно только как ответ на одну команду для ровера, при этом данные должны быть упакованы в один пакет. Т. е. постоянная передача данных с ровера — запрещена.
- Как минимум Команда демонстрирует движение ровера по прямой на расстояние не менее 1м. и поворот на месте или в движении на угол не менее 25 градусов.
- Видео надо снимать в разрешении достаточном для того чтобы можно было прочитать команды в терминале.

#### **Результаты которые надо представить:**

- Видео которое сняла Команда (в файловом хранилище команды).
- Файл с описанием написанного Командой протокола

## ***Задание №7. Управление полезной нагрузкой ровера в пакетном режиме***

- Разработать протокол управления ПН ровера через радиомодуль.
- Написать описание протокола управления.
- Протестировать протокол управления.
- Снять видео как ПН ровера реагирует на ввод различных команд в соответствии с протоколом управления.

### **Требования**

- Команды можно объединять в пакеты.
- Команда для ровера должна быть длиной ровно 3 байта.
- Получать данные с ровера можно только как ответ на одну команду для ровера, при этом данные должны быть упакованы в один пакет. Т. е. постоянная передача данных с ровера - запрещена.
- Как минимум Команда демонстрирует установку 1 радиомаяка на грунт
- Видео надо снимать в разрешении достаточном для того чтобы можно было прочитать команды в терминале.

### **Результаты которые надо представить:**

- Видео которое сняла Команда (в файловом хранилище команды).
- Файл с описанием написанного Командой протокола для ПН.

## **Наземные испытания (НИ)**

Наземные испытания являются проверкой решения задач на конструирование и программирование. Для участия в этапе НИ любой участник команды устно подает заявку организаторам и в порядке общей очереди предоставляет ровер на НИ. Организаторы прекращают прием заявок на НИ за 30 минут до окончания работ каждого дня. Организаторы проверяют работоспособность ровера в соответствии с заданиями и выставляют оценки каждой из команд. За успешную проверку баллы начисляются, за непрохождение попытки проверки баллы не начисляются. Прохождение этапа НИ не является необходимым для дальнейшего выполнения задания, но дает возможность заработать баллы для победы. Команда Участников не сдавшая подзадачи НИ в день сдачи данного набора задач (см. таблицу №2 ниже) может сдать их в следующие дни, но потеряет при этом 30% баллов полученных от успешной сдачи задачи. В конце каждого дня Команды должны сдать результаты за день и сдать организаторам рабочее место.

Сдача результатов за день это перегрузка в файловое хранилище команды всех сделанных за день продуктов работы Команды (чертежи, файлы с кодом, фотографии презентации и т. д.).

Сдача рабочего места это уборка рабочего места и предъявление его организаторам.

День	Задачи
Первый день	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Задание №5</li> <li>• Сдача результатов работы за день</li> <li>• Сдача рабочего места</li> </ul>
Второй день	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Задание №1</li> <li>• Задание №2</li> <li>• Задание №6</li> <li>• Сдача результатов работы за день</li> <li>• Сдача рабочего места</li> </ul>
Третий день	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Задание №3</li> <li>• Задание №4</li> <li>• Задание №7</li> <li>• Сдача результатов работы за день</li> <li>• Сдача рабочего места</li> </ul>

## Испытания на полигоне

После истечения времени на лабораторную часть задания или досрочно, по решению команды участников, команды переходят к этапу испытаний на полигоне.

### *Старт из зоны посадки*

1. Команда участников вместе с организаторами переносит ровер в место на полигоне указанное организаторами.
2. Все представители команды участников покидают полигон и переходят в огороженную зону из которой осуществляется управление ровером.
3. Судья на полигоне дает команду «Старт», открывает аппарель ПМ и включает секундомер.
4. Ровер должен в автоматическом режиме покинуть ПМ после открытия аппарели.

### *Движение в зоне навигации до ПСК*

1. В зоне навигации эмулируется пакетный режим управления планетоходом из центра управления (ЦУ) на Земле. Т. е. оператор ровера формирует команду на движение, которая посредством УКВ-связи имитирующей дальнюю космическую связь передается на ровер. Ровер самостоятельно отрабатывает команду на движение и завершив ее, ожидает новой команды. Команды на движение могут объединяться в пакеты. Содержание команды на движение и состав УКВ протокола определяется Командой самостоятельно.
2. Задача команды Участников провести ровер через зону навигации за как можно меньшее число переданных пакетов.
3. Подзадача считается выполненной при остановке ровера в зоне выполнения задания всеми колесами.
4. Зона навигации разделена на несколько частей, выезд всеми колесами ровера из одной из частей дает баллы.

## ***Установка триангуляционных радиомаяков на площадке строительства космодрома (ПСК)***

1. На ПСК указан центр будущего космодрома.
2. Относительно центра указаны квадранты в каждый из которых необходимо разместить по одному радиомаяку.
3. Радиомаяки надо разместить по углам квадрата со размерами, которые организаторы скажут Команде перед стартом.

## ***Движение в зоне навигации до ВМ***

1. После установки радиомаяков Команда должна провести маршход до ВМ. В зоне навигации до ВМ эмулируется пакетный режим управления планетоходом из центра управления (ЦУ) на Земле.
2. Задача команды Участников провести ровер через зону навигации до ВМ.
3. Подзадача считается выполненной при остановке ровера в зоне выполнения задания всеми колесами.
4. Зона навигации разделена на несколько частей, выезд всеми колесами ровера из одной из частей дает баллы.

## ***Заезд в ВМ***

1. После доезда до ВМ в пакетном режиме команде необходимо заехать на ровере в ВМ ориентируясь по камере расположенной на ровере. Заезд считается успешным если ровер полностью заехал в ВМ, т. е. никакая часть ровера не видна при проекции сверху на ВМ.
2. Не допускается касание ВМ при заезде и сваливание с аппарели. За это снимаются баллы в подзадаче «Заезд в ВМ».

## **Оценка испытаний на полигоне**

Финальные оценки будут выставлены всем командам после завершения всех испытаний и окончания выполнения всех задач. При наличии времени организаторы могут публиковать промежуточные результаты Команд в процессе решения задачи.

Перед выполнением основного задания все команды проходят квалификационные заезды. Задача квалификационных заездов отсеять не готовые команды и отранжировать команды прошедшие квалификацию.

На квалификационных заездах, командам надо продемонстрировать возможность управления ровером по радиоканалу и готовность протокола движения и управления полезной нагрузкой.

Сценарий квалификационных заездов следующий:

1. Ровер должен выехать из посадочного модуля.
2. Повернуть в сторону асфальта.
3. Доехать до цели сброса маяка на асфальте .

#### 4. Сбросить один маяк.

Зачет идет по полноте и времени выполнения. Т.е. команды, которые полностью выполнили задания квалификации, но сделали это медленнее, имеют преимущество над теми которые не выполнили задание квалификации полностью.

Общее время на квалификацию 5 минут. Если в течение 1 минуты ровер не начал движение, квалификация считается не пройденной.

После квалификации команды начинают основные заезды в порядке определенном квалификацией.

Таблица III.2.1: Оценка испытаний на полигоне

№	Подзадача	Задачи и штрафы
1.	Старт из зоны посадки	После подачи команды «Старт», Команда должна начать выполнение задания. Задание считается выполненным если ровер пересекает линию №1. Касание препятствий в зоне посадки (Касанием считается такое столкновение ровера с препятствием после которого препятствие осталось на месте) — штраф за каждое касание Сбитие препятствий в зоне посадки (Сбитием считается такое столкновение ровера с препятствием после которого препятствие сдвинулось с места более чем на 1 см или наклонилось на угол более 5 градусов от первоначального положения) — штраф за каждое сбивание Касание границы зоны посадки — штраф Выезд за пределы полигона точкой проекции средней линии протектора колеса на ось этого колеса — незачет попытки
2.	Движение в зоне навигации до ПСК	Преодоление зоны навигации должно осуществляться полностью в пакетном режиме. Касание препятствий в зоне навигации (Касанием считается такое столкновение ровера с препятствием после которого препятствие осталось на месте) — штраф за каждое касание Сбитие препятствий в зоне навигации (Сбитием считается такое столкновение ровера с препятствием после которого препятствие сдвинулось с места более чем на 1 см или наклонилось на угол более 5 градусов от первоначального положения) — штраф за каждое сбивание Касание границы зоны навигации — штраф Выезд за пределы полигона точкой проекции средней линии протектора колеса на ось этого колеса — незачет попытки

Таблица III.2.1: Оценка испытаний на полигоне

№	Подзадача	Задачи и штрафы
3.	Установка триангуляционных радиомаяков на ПСК	Команда должна расставить радиомаяки по одному в каждом квадранте от центра ПСК, таким образом чтобы радиомаяки оказались в углах квадрата с размерами, которые организаторы скажут Команде перед стартом. Примерный размер стороны квадрата 1-2 метра. Расстановка радиомаяков должна производиться в автоматическом режиме, т.е. ровер должен самостоятельно определить места установки каждого из радиомаяков и поставить их без вмешательства Команды в управление. Размещение 2-х радиомаяков в один квадрант пенализируется. Нарушение фигуры квадрата при установке радиомаяков пенализируется.
4.	Движение в зоне навигации до ВМ	Преодоление зоны навигации до ВМ должно осуществляться полностью в пакетном режиме Касание препятствий в зоне навигации до ВМ (Касанием считается такое столкновение ровера с препятствием после которого препятствие осталось на месте) — штраф за каждое касание Сбитие препятствий в зоне навигации до ВМ (Сбтием считается такое столкновение ровера с препятствием после которого препятствие сдвинулось с места более чем на 1 см или наклонилось на угол более 5 градусов от первоначального положения) — штраф за каждое сбивание Касание границы зоны навигации до ВМ — штраф Выезд за пределы полигона точкой проекции средней линии протектора колеса на ось этого колеса — незачет попытки
5.	Заезд в ВМ	Команде необходимо заехать в ВМ на ровере используя камеру ровера для ориентации. Касание ограждения полигона — штраф Выезд за пределы полигона точкой проекции средней линии протектора колеса на ось этого колеса — незачет попытки В процессе заезда по аппарели: Касание бортов посадочного модуля — штраф Пересечение бокового торца аппарели — штраф

Количество баллов начисляемых за подзадачи и количество баллов отнимаемых за штрафы публикуется отдельно в оценочных протоколах.

## Время на выполнение заданий

	Название подзадачи	Время	Комментарии
1.	Наземные испытания	Вечером каждого дня см. таблицу раздела Наземные испытания	В случае более ранней готовности команда может перейти к каждому следующему под-этапу НИ проверки заранее

	Название подзадачи	Время	Комментарии
2.	Старт из зоны посадки	1 минута с момента открытия аппарели	Не выезд из модуля в течение 1-й минуты после открытия аппарели — незачет попытки. После выезда ровера из модуля начинается отсчет времени на следующие задания
3.	Проезд зоны навигации	14 минут	На все подзадачи время общее. По истечении 15 минут засчитываются баллы за полностью законченные задачи. За задачи законченные не полностью баллы не засчитываются, но и не снимаются.
4.	Установка на ПСК триангуляционных радиомаяков		
5.	Движение в зоне навигации до ВМ		
6.	Заезд в ВМ		

## Подведение итогов

Итоговый результат определяется суммированием лучших попыток Испытаний на полигоне и наземных испытаний. Количество зачетных попыток ограничено (не более 2-х), и при использовании каждой последующей попытки, результат данной попытки уменьшается на 10%.

## Примерный состав работ для выполнения задачи финала

Всю задачу финала можно разбить на подзадачи. Мы предлагаем такое разбиение, но Команда вольна выбирать свою разбивку.

### *Проверка работоспособности ровера как ноды Robot Operating System (ROS)*

1. Установка связи с ровером.
2. Проверка передачи команд движения и остановки.
3. Проверка работы камеры.

### *Настройка пакетного режима управления*

1. Изучение документации.
2. Создание тестового протокола.

3. Проверка работоспособности.
4. Разработка протокола для работы в качестве управляющего элемента ROS через радиоканал.
5. Разработка пакетного режима управления через радиоканал.
6. Разработка алгоритма установки радиомаяков.

### ***Разработка программы управления полезной нагрузкой (ПН)***

1. Изучение документации.
2. Загрузка тестовой прошивки.
3. Проверка работоспособности.
4. Разработка прошивки для использования в качестве управляющего элемента ROS.
5. Разработка пакетного режима управления ПН.

### ***Конструирование ПН***

1. Проектирование ПН позволяющей выполнить задачу установки радиомаяков на грунт.
2. Проектирование схем подключения ПН.
3. Изготовление чертежей деталей в соответствии с доступными технологиями изготовления.
4. Предзащита конструкции полезной нагрузки перед организаторами, для проверки ее на безопасность и реализуемость. Предзащита конструкции ПН проходит по предоставленным командой Участников эскизам и чертежам конструкции. Организаторы вправе отказать команде Участников в изготовлении деталей по чертежам или выдаче оборудования для реализации ПН, если по мнению организаторов предложенная командой Участников ПН не соответствует требованиям безопасности.
5. Сдача проектов ПН для печати чертежей для лазерной резки на изготовление.
6. Внимание! После сдачи чертежей на изготовление, детали будут изготовлены в течение 12 часов. Таким образом все чертежи на резку желательно сдавать до вечера второго дня, чтобы у команды Участников было время на внесение изменений в проекты в случае неудачи.

### ***Сборка ПН***

1. Монтаж электрической схемы подключения ПН. Обратите внимание на то, что места для пайки доступны командам в течение ограниченного времени (правила работы с оборудованием объявляются организаторами перед началом финала).
2. Сборка ПН из деталей вырезанных по чертежам.



## *Разработка модели управления ровером*

1. Разработка алгоритма создания и загрузки пакета команд движения ровером.
2. По желанию команды Участников разработка дополнительных алгоритмов управления ровером: предотвращения столкновения с препятствием, автономной навигации, логирования пройденного пути, автоматического возврата по своему следу и пр.

## **Возможный план работ для выполнения задачи финала**

Данный вариант плана работ предлагается организаторами для реализации участниками, однако команда вольна выбирать свою последовательность решения задач.

Для решения задания финала мы предполагаем, что Команда участников в целом обладает следующими компетенциями:

- Программирование Python / C++.
- Работа с Linux (Ubuntu, Raspbian).
- Работа с Robot Operating System.
- Электроника.
- Монтаж электронных устройств / пайка.
- Моделирование и проектирование (CAD, Autodesk Inventor).
- Конструирование.
- Работа с ручным инструментом.

Для разбиения подзадач плана по участникам Команды организаторами предполагается, что участники команды обладают независимыми компетенциями в следующих дисциплинах:

Электроника — чтение и расчет электронных схем, подключение, пайка, диагностика электронных компонентов и схем;

Программирование — настройка базового ПО (Windows 10 (license))

Ubuntu 18.04 LTS (freeware), написание и модификация программ под специализированным ПО (ROS Melodic Morenia (freeware), Arduino IDE (freeware)).

Конструирование — проектирование конструкций, 3D моделирование, учет компоновки механизмов на готовом изделии.

Сборка — сборка компонентов ровера, доработка конструктивных решений.

Номера в ячейках таблицы №1 соответствуют номерам заданий из состава работ пункта 3. Выполнение задания. Весь день условно разбит на 4 часа. В течение которых предполагается выполнение данных задач. Таблица. №1 Примерный план работ:

Компетенция	День 1			
Электроника	9,1	9,1	9,3/3,4	9,3/3,4
Программирование	9,1	9,1	9,2	9,2
Конструирование	9,4	9,4	9,4	9,4
Сборка	9,1	9,1	9,1	9,1
Компетенция	День 2			
Электроника	9,3/9,4	9,3/9,4	9,3/9,4	9,3/9,4
Программирование	9,2	9,2	9,2/ 9,3	9,2/ 9,3
Конструирование	9,4	9,4	9,4	9,4
Сборка	9,1	9,1	9,5	9,5
Компетенция	День 3			
Электроника	9,3/9,4	9,3/9,4	9,6	9,6
Программирование	9,2/9,3/9,6	9,2/9,3/9,6	9,2/9,3/9,6	9,2/9,3/9,6
Конструирование	9,5	9,5	9,5	9,5
Сборка	9,5	9,5	9,5	9,5
Компетенция	День 4			
Электроника	Проведение испытаний на полигоне и доработка выявленных недостатков в режиме реального времени.			
Программирование				
Конструирование				
Сборка				

## Общие правила

Для всех задач и подзадач используются общие дополнительные правила работы на полигоне

### *Тренировки и тестирование*

Как и в случае всей робототехники космического назначения, команда НЕ может производить тестирование оборудования и испытания на полигоне, однако приветствуется использования любых других доступных способов тестирования не нарушающих общественный порядок.

### *Дополнительные требования по технике безопасности*

Модель ровера не должна рассыпаться в руках (выдерживать падение с высоты 5 см на поверхность пола)

На ровере установлен аварийный выключатель. Перед началом использования ровера все участники Команды, должны ознакомиться с расположением аварийного выключателя и потренироваться в его использовании.

Мы за честную игру! Если команда будет применять какие-либо приемы позволяющие ей получать преимущество перед остальными командами, она может быть дисквалифицирована по решению Организаторов трека или с нее могут быть сняты баллы. Каждый случай нарушения принципов честной игры, будет рассмотрен на комиссии судей, с возможным привлечением капитанов остальных команд.

## Общие штрафы

№	Штрафы	Баллы — Штрафы
1	Разрядка аккумулятора во время сдачи задачи	Незачет попытки
2	Заход в зону преподавателей без разрешения преподавателя	N баллов
3	Ровер не начал движение в течение 2-х минут после подачи судьей команды «Старт!»	Незачет попытки
4	Намеренное сбитие препятствий на полигоне для сокращения пути ровера	Незачет попытки
5	Подключение полезной нагрузки без успешной сдачи схемы подключения полезной нагрузки	Снятие с соревнований
6	Использование деталей полезной нагрузки или значимой части программного кода сделанные другими лицами или членами команды, но не во время финала	Снятие с соревнований
7	Невозможность объяснить как именно была сделана полезная нагрузка или по требованию организаторов невозможность изменить какие-либо произвольные параметры модели полезной нагрузки	Снятие с соревнований
8	Преднамеренное вмешательство в работу ровера чужой команды	Снятие с соревнований

## Эталонное решение задачи финала

Решение задачи финала представляет из себя компиляцию фрагментов кода на Python и C++, отвечающих за различные функциональные подсистемы:

Пример кода пишущего в радиоканал

```

#! /usr/bin/env python

import serial

ser = serial.Serial()
ser.baudrate = 19200
ser.port =
↳ "/dev/serial/by-id/usb-Silicon_Labs_CP2102_USB_to_UART_Bridge_Controller_0001-if00-port0"
ser.dtr = False
ser.timeout = 0.5
ser.open()
data = "data"
ser.write(data, False)
ser.flushInput()
ser.close()

#! /usr/bin/env python

import serial

ser = serial.Serial()
ser.baudrate = 19200
ser.port =
↳ "/dev/serial/by-id/usb-Silicon_Labs_CP2102_USB_to_UART_Bridge_Controller_0001-if00-port0"

```

```

ser.dtr = False
ser.timeout = 0.5
ser.open()

ser.flushInput()

while True:
    pack = ser.read(1024)
    print(pack)

```

Пример кода читающего команду по радиоканалу

```

#!/usr/bin/env python

import serial, struct

struct_format = "!BH"
term = b'\x00\xff\xff'
lenterm = len(term)

ser = serial.Serial()
ser.baudrate = 19200
ser.port =
↳ "/dev/serial/by-id/usb-Silicon_Labs_CP2102_USB_to_UART_Bridge_Controller_0001-if00-port0"
ser.dtr = False
ser.timeout = 0.5
ser.open()

ser.flushInput()

while True:
    # pack = 11 00 11 11 ff ff 00 ff ff
    # pack = b'\x11\x00\x11\x11\xff\xff\x00\xff\xff'
    pack = ser.read_until(term)

    if(len(pack) > 2 and pack[-lenterm:] == term):
        pack = pack[:-lenterm]
        commands_count = int(len(pack)/struct.calcsize(struct_format))

        for i in range(0, commands_count):
            try:
                (command, value) = struct.unpack(struct_format, pack[i*3:(i+1)*3])

                print(command, value)
            except:
                pass

```

Пример кода пересылающего картинку с камеры по радиоканалу

```

pack_size = 1024
pack_num = int(len(ret_data)/pack_size)+1
for i in range(0, pack_num):
    serial_pack = ret_data[i*pack_size:(i+1)*pack_size]
    send_bytes = ser.write(serial_pack)
    rospy.loginfo("Send data pack%i: %s", i, send_bytes)
    time.sleep(0.5)

```

Пример кода отвечающего за передвижение робота на 1м по обратной связи

```

#!/usr/bin/env python

import rospy
from nav_msgs.msg import Odometry
from geometry_msgs.msg import Twist
import math

class Mover(object):

    def __init__(self):
        rospy.init_node('mover', log_level=rospy.INFO)
        rospy.on_shutdown(self.shutdown)

        self.pub = rospy.Publisher('/cmd_vel', Twist, queue_size=1)
        rospy.Subscriber("/odom", Odometry, self.subscriber_odometry_cb)

        self.odom = Odometry()
        self.rate = rospy.Rate(10)

    def subscriber_odometry_cb(self, msg):
        self.odom = msg

    def move(self):

        start_pose = self.odom

        while not rospy.is_shutdown():

            cmd_vel = Twist()
            distance = self.get_distance(start_pose.pose.pose.position,
                ↪ self.odom.pose.pose.position)

            if distance <=1:
                rospy.loginfo("Move: %s", distance)
                cmd_vel.linear.x = 0.2

            self.pub.publish(cmd_vel)

            self.rate.sleep()

    def get_distance(self, start_pose, current_pose):
        return math.sqrt(math.pow(start_pose.x - current_pose.x, 2) +
            ↪ math.pow(start_pose.y - current_pose.y, 2))

    def shutdown(self):
        rospy.loginfo("Stopping the robot...")

if __name__ == '__main__':
    server = Mover()
    rospy.sleep(1)

    server.move()

```

Пример скетча для Arduino для передачи обратной связи от полезной нагрузки:

```

#include <ros.h>
#include <std_msgs/String.h>

class NewHardware : public ArduinoHardware
{

```

```

    public:
    NewHardware():ArduinoHardware(&Serial1, 115200){};
};
ros::NodeHandle_<NewHardware> nh;

std_msgs::String str_msg;
ros::Publisher chatter("chatter", &str_msg);

char hello[13] = "hello world!";

void setup()
{
    nh.initNode();
    nh.advertise(chatter);
}

void loop()
{
    str_msg.data = hello;
    chatter.publish( &str_msg );
    nh.spinOnce();
    delay(1000);
}

```

Пример скетча для Arduino для передачи команд управления на полезную нагрузку из ROS:

```

#include <ros.h>
#include <std_msgs/Empty.h>

class NewHardware : public ArduinoHardware
{
    public:
    NewHardware():ArduinoHardware(&Serial1, 115200){};
};
ros::NodeHandle_<NewHardware> nh;

void messageCb( const std_msgs::Empty& toggle_msg){
    digitalWrite(13, HIGH-digitalRead(13)); // blink the led
}

ros::Subscriber<std_msgs::Empty> sub("toggle_led", &messageCb );

void setup()
{
    pinMode(13, OUTPUT);
    nh.initNode();
    nh.subscribe(sub);
}

void loop()
{
    nh.spinOnce();
    delay(1);
}

```