

Командный тур

«Если в мире когда-нибудь появится триллионер, то это будет человек, который эксплуатирует природные ресурсы на астероидах. В них находятся безграничные запасы энергии и ресурсов.»

— Нил Деграсс Тайсон, астрофизик

Астероиды это остатки от раннего образования Солнечной системы или обломки от разрушения планеты. Десятки тысяч астероидов вращаются вокруг Солнца. В нашей солнечной системе большинство астероидов группируется внутри пояса астероидов, между орбитами Марса и Юпитера, где насчитывается более 1 млн астероидов, около 200 из которых имеют диаметр более 100 км.

Добыча полезных ископаемых на астероидах с помощью роботов — критически важная задача для реализации планов длительных космических полетов на астероиды, Луну и Марс. Хотя внедрение автоматизации в наземной добыче полезных ископаемых шло медленно из-за технических проблем, несколько крупных горнодобывающих компаний, например Rio Tinto, BHP Billiton используют автономное или полуавтономное оборудование и технологии удаленного виртуального управления, которые позволяют горнорабочим управлять оборудованием, находясь на расстоянии тысячи миль от него, что, в принципе, также применимо в космосе (источник: NASA). Кроме того, в добычу полезных ископаемых в космосе вовлечены не только компании. По словам консультанта Navitas, страны Ближнего Востока разрабатывают космические программы и вкладывают средства в зарождающиеся частные космические инициативы по добыче сырья. Это нацелено на то, чтобы дать им опору для создания внеземных запасов воды — вещества, способного служить топливом для космических путешествий, — и других ресурсов, которые могут быть использованы для производства чего-либо в космосе. У ОАЭ и Саудовской Аравии есть космические программы. Саудовская Аравия подписала в 2015 году договор с Россией о сотрудничестве в области освоения космоса. Абу-Даби является инвестором предприятия космического туризма Ричарда Брэнсона, Virgin Galactic. Помимо денег Ближний Восток также обладает выгодным расположением, находясь близко к экватору, что снижает затраты на запуск космических аппаратов из-за вращения земли. Navitas ожидает, что компании запустят спутники, ищущие редкие газы и металлы на астероидах, в ближайшие пять лет, а фактическая добыча произойдет в ближайшие восемь лет (источник: Bloomberg).

По некоторым оценкам минералы астероидного пояса между Марсом и Юпитером могут стоить 700 квинтиллионов долларов США, что составляет 100 миллиардов долларов США для каждого из 7 миллиардов человек на Земле согласно текущим ценам. Джон С. Льюис, автор «Mining the Sky», утверждает, что астероид диаметром 1 км будет иметь массу около 2 миллиардов тонн. В Солнечной системе возможно находится около миллиона астероидов такого размера. По словам Льюиса, один из этих

астероидов будет содержать 30 миллионов тонн никеля, 1,5 миллиона тонн металлического кобальта и 7500 тонн платины, причем стоимость одной только платины составляет более 150 миллиардов долларов США (источник: Льюис 1996, Биггс 2013, NASA).

Астероиды содержат воду, которая может стать ключом к тому, чтобы добраться до Марса и исследовать дальний космос. Вода является бесценным товаром в космосе, учитывая потенциальные трудности добычи льда на Марсе и/или возможности привезти астероид на Землю.

7.1. Постановка задачи

Осуществить поиск и забор проб жидкости при помощи собранного и запрограммированного командой Участников (Команда) ровера-планетохода на поверхности условного планетоида, используя систему телеуправления и систему автономной навигации ориентируясь на показания датчиков и камер ровера. Команда получает оценку за совокупность решений и вольна выбирать любую конструкцию систем полезной нагрузки для соответствующих задач. 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.

Общее описание задания

Команда участников должна завершить окончательную сборку ровера способного выполнить конкурсные задания из предоставляемого организаторами набора. Для сборки, настройки и программирования команда может пользоваться как предоставленными организаторами приборами и инструментами, так и использовать свои. Возможно использование дополнительных компонентов если они доступны всем командам участникам.

После сборки команда должна представить ровер на этап предполетных испытаний.

После прохождения проверки, начинается этап испытаний на полигоне.

Для выполнения испытаний на полигоне команда участников должна предоставить организаторам работоспособный ровер, который помещается в “спускаемый модуль” и переносится на полигон. Все время работы ровера на полигоне команда не имеет визуального контакта ни с ровером ни с полигоном.

Ровер должен в автономном режиме покинуть спускаемый модуль, после чего, перейдя на ручное управление, команда участников должна выполнить все задачи, ориентируясь на изображения видеокamer / лидара и показания других датчиков ровера.

Компетенции

- 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

7.2. Инфраструктура

Задача решается на искусственном полигоне имитирующем поверхность условной планеты. Во время решения задачи команда не имеет визуального контакта с полигоном. Подготовка к решению задач ведется в лабораториях.

Организаторы создают три зоны:

1. Лабораторная зона
2. Зона командного пункта
3. Зона полигона

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 (сервоприводы, насос, элементы крепления, крепеж, провода, контейнеры для хранения жидкости и т.д.)
- Паяльное оборудование
- Ноутбук с операционной системой Ubuntu и установленной ROS и необходимыми пакетами (freeware)*
- Ноутбук 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 12 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
- Комплект крепежа
- 3д принтеры (1 шт на 2 команды), с ПО и ПК
- Станок лазерной резки (1 шт на 10 команд) с ПО и ПК
- Удлинитель не менее 1 на команду
- Локальная сеть с интернетом

Программное обеспечение

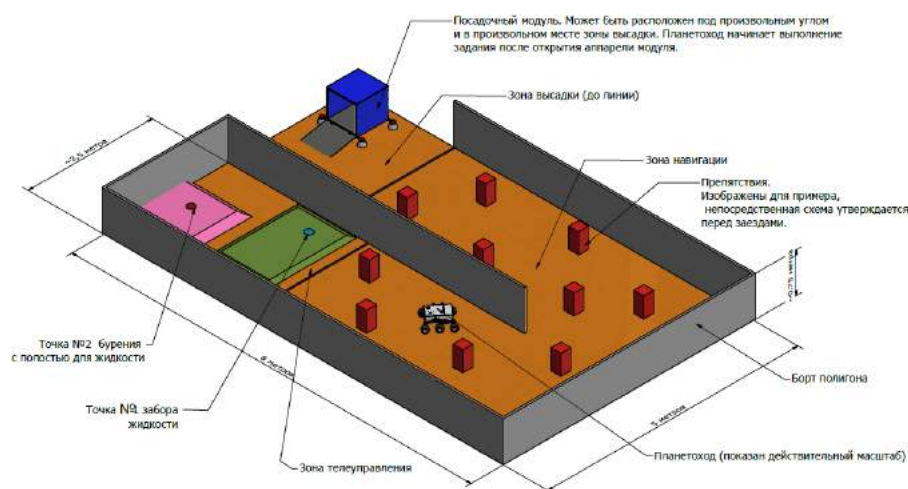
Перечислено только специфическое программное обеспечение, предполагая наличие стандартного ПО:

- Windows 10 (license)
- Ubuntu 18.04 LTS (freeware)
- ROS Melodic Morena (freeware)
- Autodesk Inventor 18 (Education license or trial)
- Adobe Acrobat (freeware)
- Arduino IDE (freeware)

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

- сервопривод малый - 3 шт.
- сервопривод большой - 4шт.
- насос перистальтический 12 в - 1 шт.
- трубка для воды - 1 шт
- уголки металлические - 2 шт.
- листы металлические перфорированные - 3 шт.
- оргстекло 3мм
- мотор привода сверла - 1шт.
- сверло с зенкером - 1шт.

Полигон



Полигон представляет собой искусственное покрытие с разметкой по зонам и местам для бурения

Описание ключевых зон полигона:

- **Зона высадки** - Перед выполнением задания ровер участников загружается в посадочный модуль и выставляется в заранее известной точке на полигоне. Ориентация аппарели посадочного модуля одинакова для всех участников.
- **Зона навигации** - большая часть полигона представляет собой имитацию инопланетного грунта. В этой зоне движение ровера происходит только в режиме пакетной загрузки команд управления или в режиме автонавигации. В зоне навигации присутствуют препятствия. Касание/сбитие препятствия пенализируется.
- **Зона бурения** - помеченная зона на полигоне. Отдельно контрастной краской выделена область бурения и забора воды внутри зоны. Диаметр области бурения 100 мм. Бурение вне зоны бурения пенализируется. Бурение в зоне бурения, но вне точки бурения не пенализируется, но бессмысленно. На каждой из точек забора воды присутствует контейнер с жидкостью, с разным качеством воды. В первой точке забор жидкости возможен без бурения, т.к. контейнер открыт сверху. Во второй точке контейнер закрыт пластом породы, которую необходимо пробурить для осуществления забора жидкости.

7.3. Выполнение задания

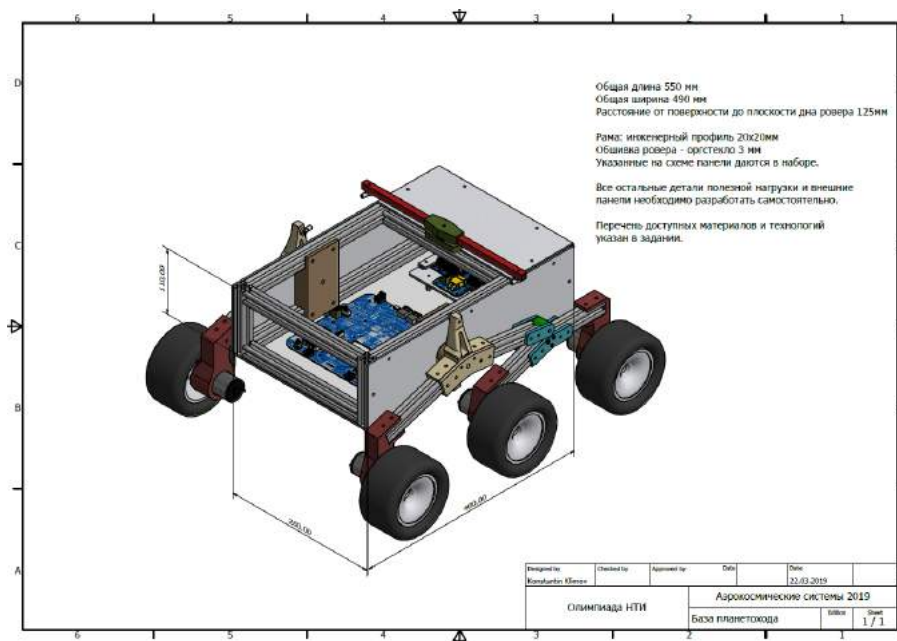
В данном разделе приведены общие рекомендации по выполнению задания. Сборка ровера и конструирование полезной нагрузки должны производиться каждой командой участников индивидуально без посторонней помощи.

Проверка ровера и джойстика

При проверке работоспособности, настройке и программировании ровера рекомендуется пользоваться инструкцией на плату управления: <https://voltbro.gitbook.io/turtlebro/>

При проверке работоспособности, настройке и программировании джойстика рекомендуется пользоваться инструкцией на джойстик: <https://github.com/voltbro/BroJoystick>

Общие рекомендации по управлению и программированию ровера: <http://docs.voltbro.ru/starting-ros/>



Конструирование полезной нагрузки

При конструировании полезной нагрузки необходимо учитывать следующие параметры:

1. Бурение осуществляется сверлом Д3мм с зенкером Д16мм
2. Глубина бурения не менее 20 мм. от поверхности.
3. Глубина опускания среза шланга Д4мм для забора воды не менее 40 мм. от поверхности.
4. Расположение точек крепления полезной нагрузки возможно на передней панели ровера в пределах от 125 мм до 235 мм от поверхности. И не более 100 мм вперед от переднего среза рамы.
5. Располагать точки крепления полезной нагрузки можно как на самой передней панели, так и на раме ровера. Крепление к панели может осуществляться винтами М4 на М4 гайку через отверстия в панели. Крепление к раме осуществляется винтами М4x8 или М4x10 на Т-гайку М4.
6. Чертежи для лазерной резки принимаются в формате .DXF (Autodesk Drawing eXchange Format)
7. Чертежи для 3D-принтеров принимаются в формате в формате .STL (“StereoLithography”)
8. Имеет смысл взять с собой и использовать для моделирования и черчения собственные ноутбуки с предустановленными и удобными для использования командой Участников программами моделирования.

Программирование и алгоритмизация

При разработки модели управления ровером необходимо учитывать что движение в зоне навигации происходит в пакетном режиме передачи команд. Под пакетным режимом подразумевается передача последовательности команд на движение в рамках одной группы. Группы команды на движение могут передаваться через консоль Ubuntu, через консоль ROS, при помощи встроенных пакетов автонавигации ROS или посредством выполнения программы на Питоне. Одна группа команд на движение считается выполненной с момента передачи ее описанными выше способами на ровер до завершения ровером движения. Реализация той или иной формы пакетного режима выбирается командой Участников исходя из собственных предпочтений и удобства.

При программировании джойстика и размещении датчиков и камер необходимо учитывать, что в режиме телеуправления оператор ровера не видит полигон и пользуется только данными с камер, датчиков и лидара.

Состав работ

3.1. Сборка ровера

- 3.1.1 Изготовление кабелей подключения моторов
- 3.1.2 Изготовление кабелей подключения лидара
- 3.1.3 Изготовление кабелей питания
- 3.1.4 Установка выключателя
- 3.1.5 Установка колес

3.2. Проверка работоспособности ровера как ноды Robot Operating System (ROS)

- 3.2.1 Установка связи с ровером
- 3.2.2 Проверка передачи команд движения и остановки
- 3.2.3 Проверка передачи видео

3.3. Настройка пульта ДУ

- 3.3.1 Изучение документации
- 3.3.2 Загрузка тестовой прошивки
- 3.3.3 Проверка работоспособности
- 3.3.4 Разработка прошивки для использования в качестве управляющего элемента ROS
- 3.3.5 Подключение к ПК как устройство ввода для ROS
- 3.3.6 Проверка работы функций

3.4. Конструирование полезной нагрузки (ПН)

- 3.4.1 Проектирование ПН позволяющей выполнить задачу бурения
- 3.4.2 Проектирование ПН позволяющей выполнить задачу забора образцов жидкости
- 3.4.3 Проектирование ПН позволяющей отделять образцы собранные в разных точках по разным контейнерам
 - Изготовление чертежей деталей в соответствии с доступными технологиями изготовления
 - Предзащита конструкции полезной нагрузки перед организа-

торами, 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.

- Печать деталей полезной нагрузки на 3D-принтере **Внимание! В течение одного дня каждая команда имеет возможность пользоваться 3D-принтером не более 2-х часов в день. Неиспользованное время в рамках одного дня на следующий день не переносится. Очередность использования командами Участников 3D-принтеров будет определена графиком.**
- Сдача чертежей для лазерной резки на изготовление **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 (27.03.2019), чтобы у команды Участников было время на внесение изменений в проекты в случае неудачи.

3.4.4 Сборка ПН

3.4.5 Проектирование схем подключения ПН

3.4.6 Монтаж электрической схемы подключения ПН

3.4.7 Написание ПО для оперирования ПН

3.5. Разработка модели управления ровером

3.5.2 Разработка алгоритма создания и загрузки пакета команд движения ровером или настройка системы автономной навигации

3.5.1 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.

7.4. Возможный план работ

Данный вариант плана работ предлагается организаторами для реализации участниками, однако команда вольна выбирать свою последовательность решения задач. Для реализации задания организаторами предполагается, что участники команды обладают независимыми компетенциями в следующих дисциплинах:

1. Электроника - чтение и расчет электронных схем, подключение, пайка, диагностика электронных компонентов и схем;
2. Программирование - настройка базового ПО (Windows 10 (license) Ubuntu 18.04 LTS (freeware), написание и модификация программ под специализированным ПО (ROS Melodic Morena (freeware), Arduino IDE (freeware)).
3. Конструирование - проектирование и расчет конструкций, 3D моделирова-

ние, учет компоновки механизмов на готовом изделии.

4. Сборка - сборка компонентов ровера, доработка конструкционных 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	3.1.1	3.1.1	3.1.2	3.1.3
Программирование	3.2.1	3.2.2/3.2.3	3.3.1/3.3.2/3.3.3	3.3.4
Конструирование	3.4.1	3.4.1	3.4.1	3.4.1
Сборка	3.1.1	3.1.1	3.1.1	3.1.4/3.1.5
Компетенция	День 2			
Электроника	3.4.5	3.4.5	3.4.5	3.4.5
Программирование	3.3.4	3.3.5/3.3.6	3.4.7	3.5.1
Конструирование	3.4.2	3.4.2	3.4.3	3.4.3
Сборка	3.4.4	3.4.4	3.4.4	3.4.4
Компетенция	День 3			
Электроника	3.4.6	3.4.6	3.4.6	3.4.6
Программирование	3.5.1	3.5.1	3.5.2	3.5.2
Конструирование	3.4.4	3.4.4	3.4.4	3.4.4
Техника	3.4.4	3.4.4	3.4.4	3.4.4
Компетенция	День 4			
Электроника	Проведение испытаний на полигоне и доработка выявленных недостатков в режиме реального времени.			
Программирование				
Конструирование				
Сборка				

7.5. Наземные испытания (НИ)

После сборки и тестирования работоспособности силами команды ровер предоставляется организаторам для наземных испытаний. По готовности команда Участников заявляет готовность к наземным испытаниям Организаторам в устной форме. НИ проводятся для всех участников последовательно в порядке живой очереди. Организаторы прекращают прием заявок на НИ за 30 минут до окончания работ каждого дня. Организаторы проверяют работоспособность ровера в соответствии с таблицей (см. ниже) и выставляют оценки каждой из команд. По результату проверки узла организаторы выставляют баллы за работоспособность узла. За успешную проверку баллы начисляются, за непрохождение попытки проверки узла баллы не начисляются. Однако, не все узлы нужно предоставлять на НИ одновременно. Участники сами заявляют те узлы ровера которые они хотят предоставить на проверку. Для участия в этапе НИ любой участник команды устно подает заявку организаторам и в порядке общей очереди предоставляет ровер на НИ. 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 подзадач (см. таблицу №2 ниже) может сдать их в следующие дни, но потеряет при этом 30% баллов полученных от успешной сдачи подзадачи.

Таблица. №2 Подзадачи этапа Наземные испытания

№	Название Подзадачи	Задачи
1.	Сборка ровера и Наземные испытания 27-28.03.2019	<p>Пройти НИ узлов в формате демонстрации работоспособности соответствующего узла Организаторам:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Демонстрация связи с ровером (Команда демонстрирует возможность зайти на Raspberry ровера по SSH) • Демонстрация работы джойстика с тестовой прошивкой (Команда демонстрирует работоспособность джойстика в любой конфигурации, т.е. нажатия/перемещения любого количества кнопок/слайдеров/джойстиков джойстика передаются на компьютер и там детектируются) • Демонстрация работы камеры (Команда демонстрирует изображение с камеры на компьютере посредством какого-либо модуля ROS) • Демонстрация работы лидара (Команда демонстрирует изображение с лидара на компьютере посредством какого-либо модуля ROS)
2.	Настройка ровера и НИ 28-29.03.2019	<ul style="list-style-type: none"> • Демонстрация движения и поворота ровера. (Команда демонстрирует движение ровера по прямой на расстояние не менее 1м. и поворот на месте или в движении на угол не менее 25 градусов) • Демонстрация работы джойстика с написанной командой Участников прошивкой (Команда демонстрирует работу джойстика передавая и обрабатывая нажатия/перемещения кнопок/слайдеров/джойстиков джойстика в ROS) • Демонстрация движения и поворота ровера по командам с джойстика (Команда демонстрирует движение ровера по прямой на расстояние не менее 1м. и поворот на месте или в движении на угол не менее 25 градусов по командам джойстика путем передачи команд в ROS ровера)

3.	Сборка полезной нагрузки и НИ 29.03.2019	<ul style="list-style-type: none"> • Демонстрация работы полезной нагрузки “бурение”. (Команда должна продемонстрировать бурение отверстия глубиной не менее 20 мм, при помощи полезной нагрузки зафиксированной и смонтированной на ровере в такой же конфигурации, в которой команда планирует выполнять испытания на полигоне) • Демонстрация работы полезной нагрузки “забор жидкости” (Команда должна продемонстрировать забор жидкости из открытого контейнера на глубине не менее 40 мм. от поверхности в объеме не менее 10 и не более 50 мл., при помощи полезной нагрузки зафиксированной и смонтированной на ровере в такой же конфигурации, в которой команда планирует выполнять испытания на полигоне) • Демонстрация работы полезной нагрузки “система распределения и хранения жидкости” (Команда должна продемонстрировать распределение и хранение жидкости между двумя контейнерами в объеме не менее 10 и не более 50 мл, при помощи полезной нагрузки зафиксированной и смонтированной на ровере в такой же конфигурации, в которой команда планирует выполнять испытания на полигоне)
----	---	--

7.6. Испытаний на полигоне

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

6.1 Автостарт из модуля

6.1.1 Команда участников вместе с организаторами устанавливает ровер в спускаемый модуль и переносит его в специально отведенное место на полигоне.

6.1.2 Все представители команды участников покидают полигон и переходят в огороженную зону из которой осуществляется управление ровером.

6.1.3 Судья на полигоне открывает аппарель спускаемого модуля после чего ровер в автономном режиме должен определить, что аппарель открылась и выехать по ней из модуля. Выезд из модуля засчитывается если ровер пересек обоими осями задних колес линию №1 нанесенную на поверхности полигона перед аппарелью

6.1.4 После пересечения линии №1 ровер должен самостоятельно остановиться и дождаться перехода на ручное управление командой.

- 6.1.5 Дальнейшие передвижения по полигону ровер должен производить по командам Участников опираясь на данные камер/датчиков/лидара.
 - 6.1.6 Задача команды Участников запрограммировать ровер на автономное принятие решение на старт и движение до остановки.
 - 6.1.7 В зоне высадки ровер управляется в режиме телеуправления (на джойстике)
- 6.2 Движение в зоне навигации
- 6.2.1 В зоне навигации эмулируется реальное телеуправление планетоходом из центра управления (ЦУ) на Земле. Т.е. движение ровера осуществляется по пакету команд на движение сформированному ЦУ в рамках одного сеанса связи.
 - 6.2.2 Отправка каждого пакета команд на движение, фиксируется судьей в ЦУ.
 - 6.2.3 Отправка нового пакета команд на движение возможна, только после полного выполнения предыдущего пакета команд или в случае аварийной остановки при столкновении с препятствием.
 - 6.2.4 Задача команды Участников провести ровер через зону навигации за возможно меньшее количество сеансов связи без столкновения с препятствиями.
 - 6.2.5 Подзадача считается выполненной при остановке ровера в зоне бурения всеми колесами.
 - 6.2.6 По решению команды Участников можно отказаться от прохождения зоны навигации и проходить ее в режиме телеуправления (на джойстике). При этом баллы за подзадачу “Проезд зоны навигации” не начисляются.
- 6.3 Бурение
- 6.3.1 Бурение должно производиться при помощи разработанного командой участников оборудования полезной нагрузки.
 - 6.3.2 Бурение должно осуществляться внутри зоны бурения.
 - 6.3.3 Бур должен попадать в точку бурения. Диаметр точки 100 мм.
 - 6.3.4 Задача команды Участников пробурить отверстие над контейнером с жидкостью для последующего забора жидкости.
- 6.4 Сбор образцов жидкости
- 6.4.1 Сбор жидкости производится из 2-х точек.
 - 6.4.2 Жидкости в разных точках имеют разные физико/химические характеристики и их смешивание не допускается
 - 6.4.3 Объем жидкости необходимый для сбора не менее 10 мл и не более 50 мл. из каждой точки.
- 6.5 Сохранение образцов жидкости
- 6.5.1 Организаторы дают команде Участников 2 контейнера для хранения жидкости. Создание системы распределения жидкости по контейнерам в процессе бурения и крепление контейнеров на ровере в процессе возврата к модулю определяется конструкторским решением команды участников.

6.5.2 Система забора и хранения жидкости должна исключать возможность пролития жидкости на пол полигона и поверхности ровера

6.5.3 Пролитие жидкости вне системы забора и хранения - пенализируется

6.5.4 После возвращения ровера к посадочному модулю, организаторы проверяют достаточность собранных объемов жидкости см п.п. 6.4.3

Оценка испытаний на полигоне

Таблица. №3 Оценка испытаний на полигоне

№	Подзадача	Задачи
2.	Автостарт из модуля	После открывания аппарели посадочного модуля, ровер должен начать выполнение задания. Задание считается выполненным если ровер пересекает линию №1. Касание бортов посадочного модуля - штраф Пересечение бокового торца аппарели - штраф Касание ограждения полигона - штраф Выезд за пределы полигона осью хотя бы одного колеса - незачет попытки
3.	Проезд зоны навигации	Преодоление зоны навигации в режиме пакетной загрузки команд на движение. Загрузка каждого пакета команд на движение ровера в ровер - штраф. Касание препятствий в зоне навигации - штраф за каждое касание Сбитие препятствий в зоне навигации - штраф за каждое сбитие Касание границы зоны навигации - штраф Выезд за пределы полигона осью хотя бы одного колеса - незачет попытки Движение в зоне навигации в режиме телеуправления - не получение баллов за подзадачу "Проезд зоны навигации"
4.	Бурение	В ручном режиме довести ровер от края зоны навигации до точки бурения и пробурить поверхность. Бурение вне выделенной точки для бурения - штраф Бурение вне выделенной зоны для бурения - штраф Отсутствие образца жидкости в контейнере на ровере из пробуренного отверстия - незачет подзадачи "Бурение"
5.	Сбор образцов (за каждую точку)	Забрать образцы жидкости в ровер Забор только одного образца - штраф Отсутствие обоих образцов воды на финише - незачет подзадачи "Сбор образцов"

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

2.	Автостарт из модуля	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 и перехода на ручное управление начинается отсчет времени на следующие задания
3.	Проезд зоны навигации	10 минут	На все подзадачи время общее. По истечении 10 минут засчитываются баллы за полностью законченные задачи. За задачи законченные не полностью баллы не засчитываются, но и не отнимаются.
4.	Бурение		
5.	Сбор образцов		
6.	Возврат к посадочному модулю через зону навигации		

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%.

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 10 см на поверхность пола)

На ровере должен быть установлен аварийный выключатель, он может использоваться как основной. Расположение аварийного выключателя должно быть выбрано с учетом его легкой доступности в нештатной ситуации.

Общие штрафы

№	Штрафы	Баллы - Штрафы
1	Разрядка аккумулятора во время сдачи задачи	Незачет попытки
2	Ровер не начал выполнение задания после открытия аппарели посадочного модуля	Незачет попытки
3	Не уложились в контрольное время выполнения попытки	Незачет попытки
4	Бурение вне зоны бурения	30 баллов

7.7. Решение

1. Запрограммировать предложенный джойстик для управления ровером в режиме ноды ROS:

Пример кода:

```

1  #define USE_USBCON
2  #define __AVR_ATmega168__ 1
3  #include "Arduino.h"
4  #include "ros.h"
5  #include <joybro/JoyBro.h>
6
7  ros::NodeHandle nh;
8  joybro::JoyBro joy_msg;
9  ros::Publisher chatter("joybro", &joy_msg);
10
11 uint16_t left_zero_x, left_zero_y, right_zero_x,
12         right_zero_y;
13
14
15 const byte NUMBER_OF_PINS = 15;
16 int inputPins[NUMBER_OF_PINS] = {A0, A1, A2, A3,
17     A4, A5, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12};
18
19 void setup()
20 {
21     for(int i=0; i < NUMBER_OF_PINS; i++){
22         pinMode(inputPins[i], INPUT);
23     }
24     nh.getHardware()->setBaud(115200);
25     nh.initNode();
26     nh.advertise(chatter);
27
28     left_zero_x = analogRead(A4);
29     left_zero_y = analogRead(A3);
30
31     right_zero_x = analogRead(9);
32     right_zero_y = analogRead(10);
33
34 }
35
36 void loop()
37 {
38     joy_msg.left_x = analogRead(A4) - left_zero_x;
39     joy_msg.left_y = analogRead(A3) - left_zero_y;
40     joy_msg.left_btn = digitalRead(A2);
41
42     joy_msg.right_x = analogRead(9) - right_zero_x;
43     joy_msg.right_y = analogRead(10) - right_zero_y;
44     joy_msg.right_btn = digitalRead(4);
45
46
47     joy_msg.slider1 = analogRead(A5);
48     joy_msg.slider2 = analogRead(8);
49
50     joy_msg.btn1 = digitalRead(A0);
51     joy_msg.btn2 = digitalRead(A1);
52     joy_msg.btn3 = digitalRead(12);

```

```

53     joy_msg.btn4 = digitalRead(11);
54
55     joy_msg.sw1 = digitalRead(7);
56     joy_msg.sw2 = digitalRead(6);
57     joy_msg.sw3 = digitalRead(5);
58
59     chatter.publish( &joy_msg );
60     nh.spinOnce();
61     delay(50);
62 }

```

2. Настроить ROS на ровере в соответствии с инструкцией:

Доступы к устройствам

wifi

TurtleBro или TurtleBro5G

пароль спросить

brover

pi@YOUIP или pi@brover1.local

brobro

laptop

space

123

Подключение к роверу по сети из ROS

На лаптопе необходимо указать, по какому адресу находится roscore

```
export ROS_MASTER_URI=http://192.168.0.250:11311/
```

Удобно прописать ROS_MASTER_URI в файле .bashrc, для того чтобы каждый раз не делать export

Дополнительная настройка

Для некоторых пакетов (например камера) необходимо дополнительно настроить сетевое взаимодействие.

Необходимо проверить что в файлах /etc/hosts на обоих устройствах указаны сетевые имена и IP. Для лаптопа указан IP вашего ровера

```
127.0.1.1 roslaptop1
```

```
192.168.0.250 brover1
```

А для ровера указан IP лаптопа

```
127.0.1.1 brover1
```

```
192.168.0.250 roslaptop
```

Проверим что мы можем получать информацию о топиках

```
rostopic list
```

```
rostopic echo odom
```

3. Проверить что корректно спаяны провода и настроен ровер передав команду на движение через консоль лаптопа:

```
rostopic pub /cmd_vel geometry_msgs/Twist "linear:
```

```
x: 0.5
```

```
y: 0.0
```

```
z: 0.0
```

```
angular:
```

```
x: 0.0
```


y: 0.0
z: 0.5"

4. Запрограммировать управление полезной нагрузкой на стороне ровера и за-
лить соответствующую прошивку на ардуино-ровера:

Пример:

```

1  #include <Servo.h>
2  #include <ros.h>
3  #include <joybro/JoyBro.h>
4  class NewHardware : public ArduinoHardware
5  {
6      public:
7          NewHardware():ArduinoHardware(&Serial1, 115200){};
8  };
9  ros::NodeHandle_<NewHardware> nh;
10 Servo servo44;
11 Servo servo45;
12 Servo servo46;
13 //joybro::JoyBro joy_msg;
14 void messageCb( const joybro::JoyBro& data){
15     servo44.write(int((data.slider1/6)+3));
16     servo45.write(int((data.slider2/6)+3));
17     servo46.write(int(((data.right_y+512)/6)+3));
18 }
19 ros::Subscriber<joybro::JoyBro> sub("joybro", &messageCb );
20 void setup() {
21     nh.initNode();
22     nh.subscribe(sub);
23
24     //Serial.begin(9600);
25     // put your setup code here, to run once:
26     servo44.attach(44);servo44.write(90);
27     servo45.attach(45);servo45.write(90);
28     servo46.attach(46);servo46.write(90);
29 }
30 void loop() {
31     // put your main code here, to run repeatedly:
32     nh.spinOnce();
33     //servo_test.write(180);
34     delay(1);
35 }

```

5. Спроектировать полезную нагрузку и подключить ее в соответствии с разра-
ботанной программой см.4.

Примеры полезной нагрузки, могущей решить поставленную в задании задачу:



6. Выполнить задание используя правильно сконфигурированный ровер, правильно запрограммированный джойстик и сконструированную командой участников Полезную нагрузку.

Пример выполнения задания: <https://youtu.be/eVceLde2ulc>