

Пензенская обл., г.Пенза
Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
средняя общеобразовательная школа
№ 18 г. Пензы
(МБОУ СОШ №18 г. Пензы)
ул. Беяева, д. 43, г. Пенза, 440028
тел. (8412) 49-88-73, E – mail: school18@guoedu.ru

«Космополоз»

Автор:

Команда «Феникс»
МБОУ СОШ №18 г. Пензы,
Пензенской обл.

Наставник:

Воронина Наталья Валерьевна
учитель робототехники МБОУ
СОШ № 18

г. Пенза, 2021 год

Оглавление

Введение	3
Обзор и анализ существующих аналогов разрабатываемой платформы	5
Описание принципа построения платформы.....	7
Описание конструкторских инженерных решений.....	9
Обоснование работоспособности платформы в условиях открытого космоса	17
Описание этапов работы над созданием макета платформы.....	18
Описание задач, выполняемых каждым участником команды	19
Список использованных источников информации	21
Выводы	20

ВВЕДЕНИЕ

Необходимость разработки платформы для внекорабельной деятельности (платформы для перемещения вдоль внешней стороны перспективной космической станции в условиях открытого космоса) диктуется несколькими факторами, перечисленными ниже:

- нахождение за пределами космической станции вредно сказывается на здоровье космонавтов, даже при условии использования скафандров;
- скафандр сковывает движения человека и не позволяет выполнять точные действия с мелкой моторикой;
- длительность нахождения человека в открытом космосе ограничивается количеством запасов воздуха для дыхания.

Несмотря на перечисленные ограничения значительная часть работы на космической станции требует выполнения работ за её пределами. Как следствие, возникает необходимость в разработке робототехнических комплексов, позволяющих выполнять такую работу дистанционно. Важным требованием к подобным робототехническим комплексам является возможность доступа к максимальной площади поверхности станции. В идеале, робот должен иметь возможность выполнять работы в любой точке поверхности станции. Как следствие, возникает необходимость в реализации механизма перемещения робота по поверхности станции и фиксации в заданной точке для выполнения точных механических действий.

Перечислим негативные факторы, влияющие на процесс разработки данного робототехнического комплекса:

- микрогравитация не позволяет воспользоваться силой притяжения для фиксации робота в заданной точке;
- отсутствие атмосферы вкупе с солнечным излучением приводит к вероятности резких перепадов температуры на поверхности станции;
- наличие ионизирующих излучений требует реализации мер защиты электроники.

Согласно условиям задания, допускается реализация проектов, предполагающих определённую модификацию поверхности станции для

возможности перемещения робота. Благодаря такому допущению появляется возможность создания роботов, имеющих постоянную механическую связь с поверхностью станции.

ОБЗОР И АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ АНАЛОГОВ РАЗРАБАТЫВАЕМОЙ ПЛАТФОРМЫ

У платформы существует относительно немного аналогов. Их описание можно найти в Интернете. Мы выбрали из них два, покрывающие основные направления технической мысли.

Название	Принцип действия устройства	Функциональные свойства	Разработчик
косморобот	<p>Космический робот построен по модульному принципу, что позволит заменять отказавшие элементы, агрегаты и узлы в условиях открытого космического пространства. Манипуляторы косморобота оборудованы универсальными захватными устройствами.</p> 	<p>Космический робот сможет захватывать, перемещать и закреплять полезный груз на внешней поверхности космических аппаратов. Захватное устройство также будет оборудовано электрическими разъемами, что позволит осуществлять подзарядку космического робота от бортовой сети.</p>	<p>Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики (ЦНИИ РТК)</p>
Free Flyer with manipulator (свободно летающая космическая платформа с манипулятором)	<p>физическое взаимодействие с окружающей средой посредством манипуляций. компактными, но маневренными роботизированными</p>	<p>летающие роботы, предназначенные для совместного использования жизненного пространства с людьми-космонавтами на орбите. Эти роботы показали потенциал для помощи космонавтам в таких задачах, как</p>	

	руками, сбор и транспортировка объектов, вставка и извлечение деталей, управление с помощью кнопки или рычага, стыковка и установка на место.	наблюдение, осмотр и картографирование.	
--	---	---	--

ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПА ПОСТРОЕНИЯ ПЛАТФОРМЫ

Для достижения целей проекта необходимо разработать платформу с возможностью перемещения по поверхности станции, являющуюся основой для многофункционального робототехнического комплекса. В общем случае платформа может иметь крепёжные элементы, позволяющие разместить на ней любое необходимое оборудование: руку-манипулятор, оборудование фото- и видеофиксации, телескопы, научные приборы и др.

В рамках проекта предлагается реализация робототехнического комплекса для внекорабельной деятельности с постоянной механической связью с поверхностью станции на основе монорельса. Реализация принципа построения робота с применением монорельса имеет несколько важных преимуществ:

- монорельс обеспечивает надёжную механическую связь робота с поверхностью космической станции;
- если станция имеет цилиндрическую форму, то монорельс может быть проложен по всей поверхности станции по спирали;
- монорельс позволяет реализовать непрерывное электропитание перемещающейся платформы, что существенно облегчает вес конструкции;
- монорельс дополнительно может использоваться космонавтами при выходах в открытый космос для закрепления на нём удерживающих карабинов.

Основным требованием к платформе в этом случае является наличие постоянной механической связи с монорельсом. Такая связь обеспечивается простым механическим решением на основе прижимных катков. В условиях космического пространства необходимо стремиться к максимальной простоте реализуемых решений с предпочтительным использованием автоматики и механики вместо электроники.

Передвижная платформа должна иметь несколько точек крепления (зацепления) для исключения возможности потери связи со станцией в случае механического повреждения креплений. Оптимальным является наличие четырёх точек зацепления: в случае выхода из строя одного крепёжного элемента,

платформа будет удерживаться на месте тремя оставшимися креплениями. Крепления платформы также должны быть оборудованы автоматическими тормозами. Автоматика тормозов должна приводиться в действие немедленно при потере электропитания платформы, а также по команде с пульта управления.

Электропитание платформы обеспечивается посредством токосъёмников от силовых шин, проложенных по монорельсу. Силовые шины лучше всего прокладывать с внутренней стороны монорельса (стороны, обращённой к поверхности станции) во избежание поражения электрическим током устройств и космонавтов, которые могут находиться на поверхности космической станции. Кроме того, подобное решение уменьшит износ проводников, снизив воздействие на них космического излучения, приводящего к деградации материалов.

Связь с платформой лучше всего осуществлять посредством радиоканала. Необходимо выбирать для связи с платформой диапазон радиочастот, наименее подверженный помехам при наличии солнечных и магнитных бурь. Также возможно предусмотреть дублирующий канал управления платформой посредством шины передачи данных, проложенной вдоль монорельса.

Платформа должна быть оборудована аппаратурой видеосъёмки по своему периметру для обеспечения адекватного управления перемещениями платформы со стороны оператора.

Необходимо также отметить недостатки выбранного способа решения поставленной задачи:

- Передвижная платформа должна монтироваться на поверхности станции после выхода на орбиту в условиях космического пространства;
- Монтаж и демонтаж платформы на поверхности станции затруднены необходимостью установки прижимных валиков на внутренней стороне монорельса;
- В составе передвижной платформы имеются механические элементы, подверженные износу.

Однако, указанные недостатки значительно перевешиваются достоинствами выбранного способа организации перемещения платформы по поверхности космической станции.

ОПИСАНИЕ КОНСТРУКТОРСКИХ ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ

На рисунке 1 представлен принцип организации монорельса, являющегося базисом для передвижной платформы в составе многофункционального робототехнического комплекса. Монорельс представляет собой плоскую металлическую ленту, прикрепляемую к корпусу космической станции через заданные промежутки посредством металлических опор. Возможно, на поверхности монорельса необходимо выполнить напыление на основе пластика для лучшего сцепления катков передвижной платформы с поверхностью монорельса, а также как основу для прокладки токоведущих проводников.

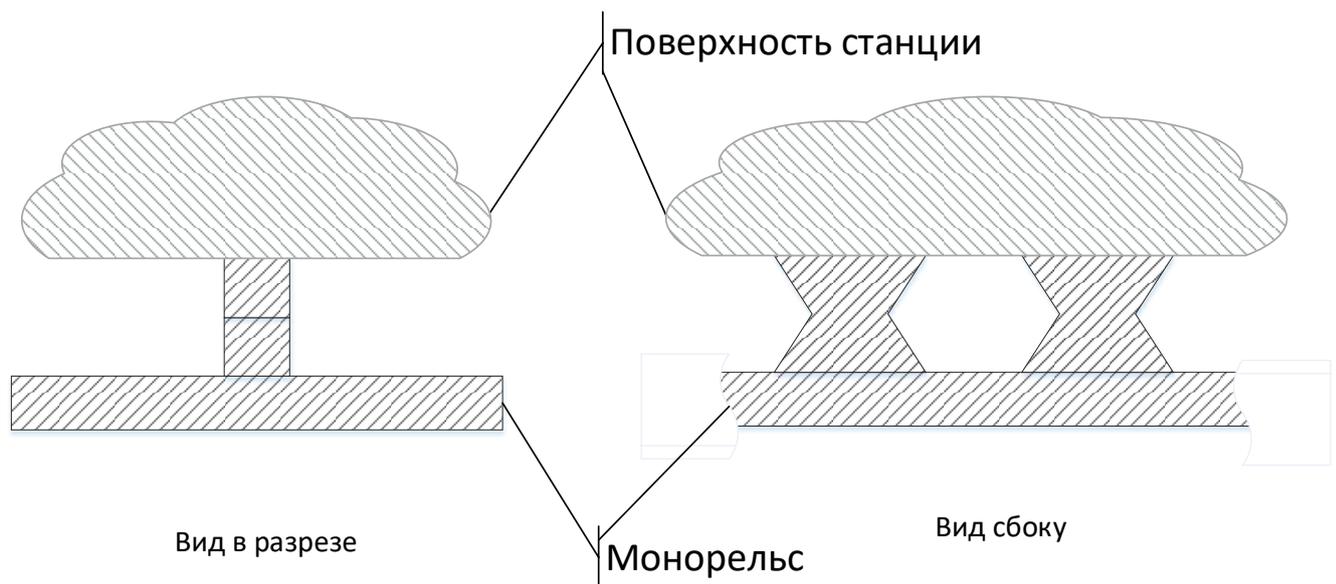


Рис. 1. Принцип организации монорельса.

На рисунке 2 показан принцип реализации передвижной платформы и способ организации крепления платформы к монорельсу. Платформа фиксируется на монорельсе с помощью прижимных валиков, на которые действует упругая сила прижимных пружин H , расположенных на каждом прижимном валике. В зависимости от реализации платформы, возможно применение как одной, так и двух ведущих осей для перемещения платформы относительно поверхности станции. Непосредственно на ведущей оси платформы располагается электродвигатель для осуществления возможности прямого или реверсивного движения платформы по монорельсу. Прижимные ролики выполняются из металла с последующим пластиковым покрытием для лучшего сцепления с поверхностью монорельса.

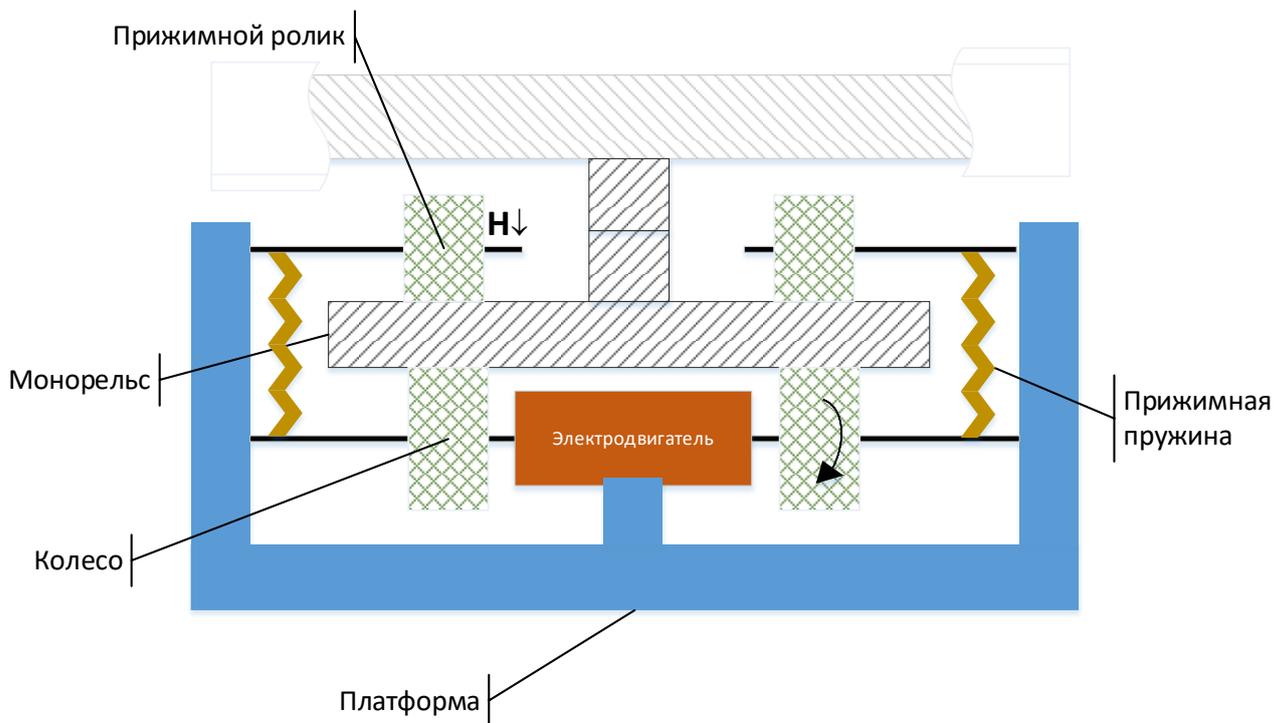


Рис. 2. Способ организации крепления платформы к монорельсу.

На рисунке 3 схематично представлен вид сбоку на платформу с одной ведущей осью и электродвигателем. На рисунке показано крепление платформы к монорельсу с помощью двух пар колёс, расположенных по одну сторону от монорельса. Вторые две пары колёс на рисунке не показаны в целях упрощения.

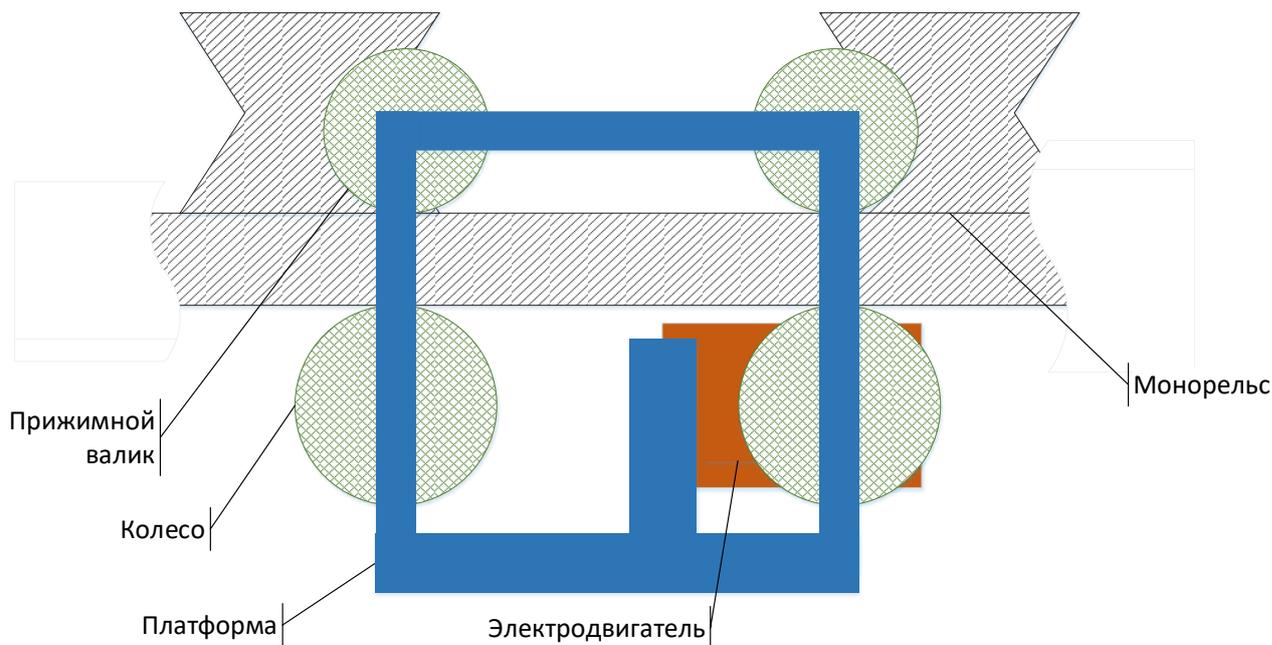


Рис. 3. Способ организации крепления платформы к монорельсу (вид сбоку).

На рисунке 4 представлен один из вариантов расположения монорельса относительно поверхности станции, имеющей цилиндрическое сечение.

Монорельс располагается вокруг станции по спирали таким образом, чтобы обеспечить достижимость руки-манипулятора робототехнического комплекса до любой точки поверхности станции от одного, либо от другого витка монорельса вокруг станции. Как следствие такого расположения монорельса не требуется осуществлять каких-либо боковых передвижений платформы, – любая точка поверхности станции достижима с одного из витков монорельса вокруг станции.

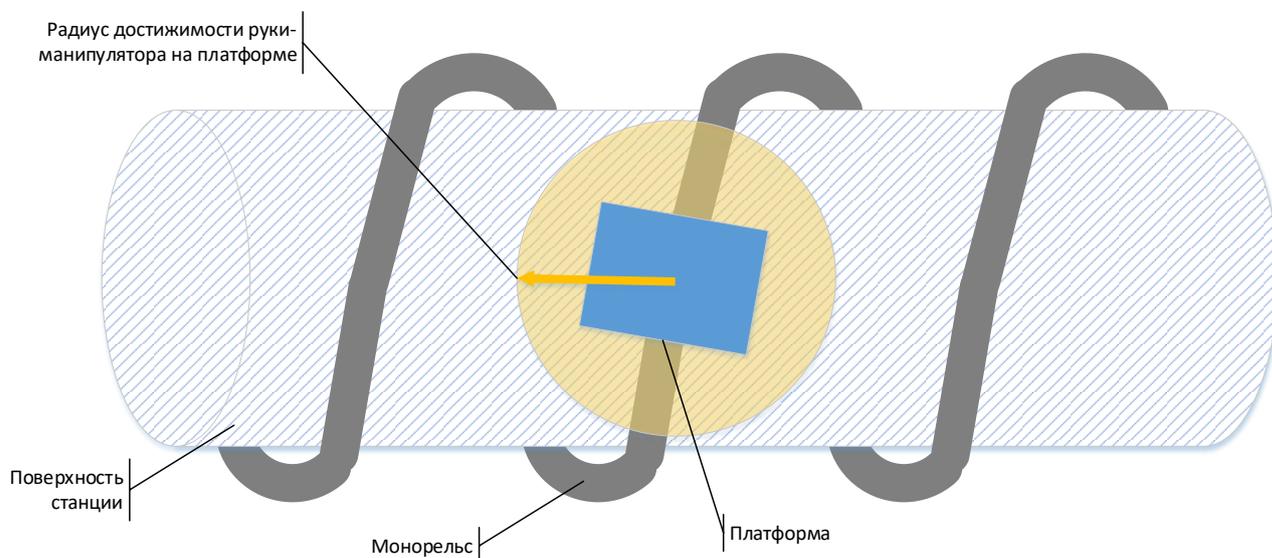


Рис. 4. Вариант расположения монорельса вокруг цилиндрической поверхности космической станции.

Для проверки возможности построения передвижной платформы на основе монорельса нами был разработан макет передвижной платформы и монорельса под названием «Космополоз». Название было выбрано от названия неядовитой змеи, включённой в Красную книгу России. Платформа была собрана на основе конструктора Lego Mindstorms NXT, включая контроллер, батарею питания, электродвигатель и набор катков для перемещения платформы относительно монорельса. В состав макета входит батарея электропитания, которая не должна входить в конструктив реальной платформы, поскольку она должна получать электропитание от токосъёмников и токоведущих проводников на поверхности монорельса. Батарея в составе макета была оставлена для упрощения конструкции макета. Следует отметить, что батарея также выступает в качестве дополнительной нагрузки на механизм платформы, поскольку имеет существенный вес.

На рисунках 5-7 представлены фотографии макета. Прижимные ролики, которые должны находиться на внутренней стороне монорельса, на фотографиях

прижаты к платформе под действием прижимной силы.

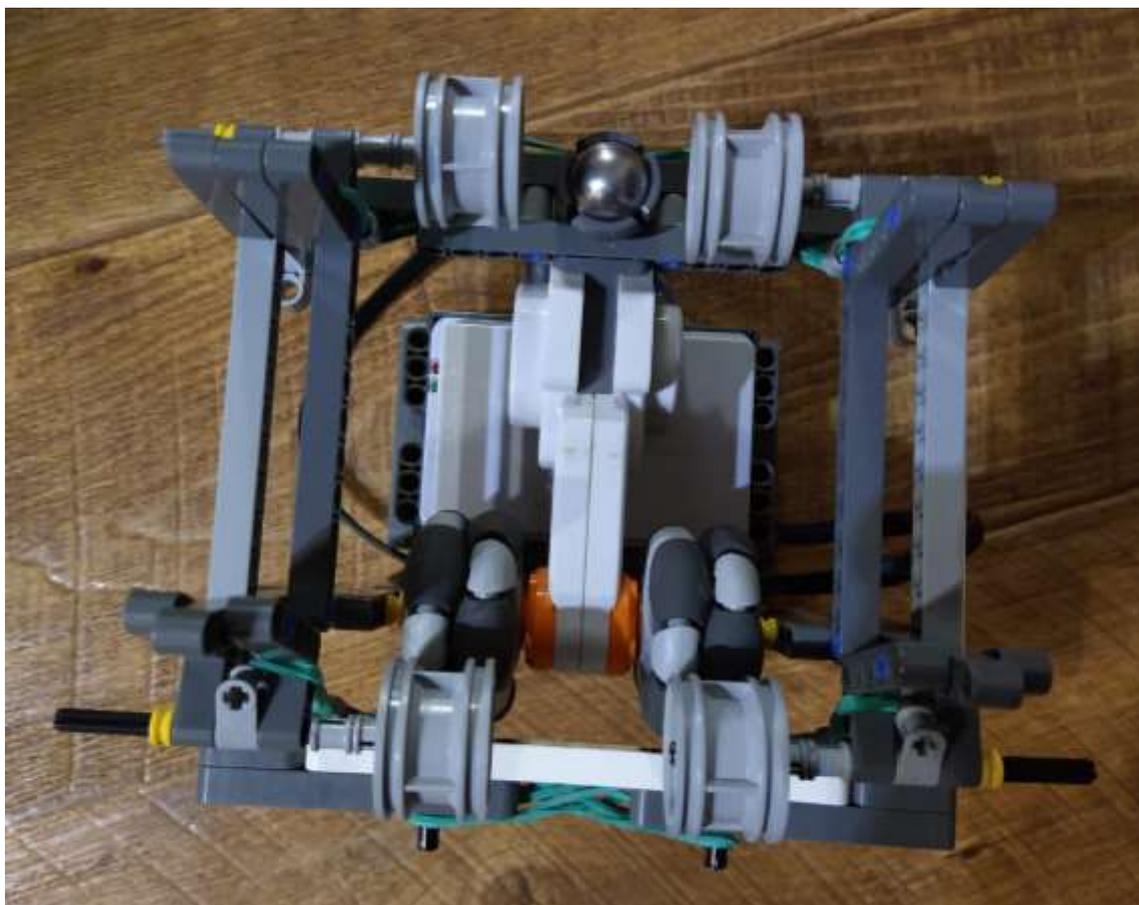


Рис. 5. Фотография макета платформы со стороны монорельса.

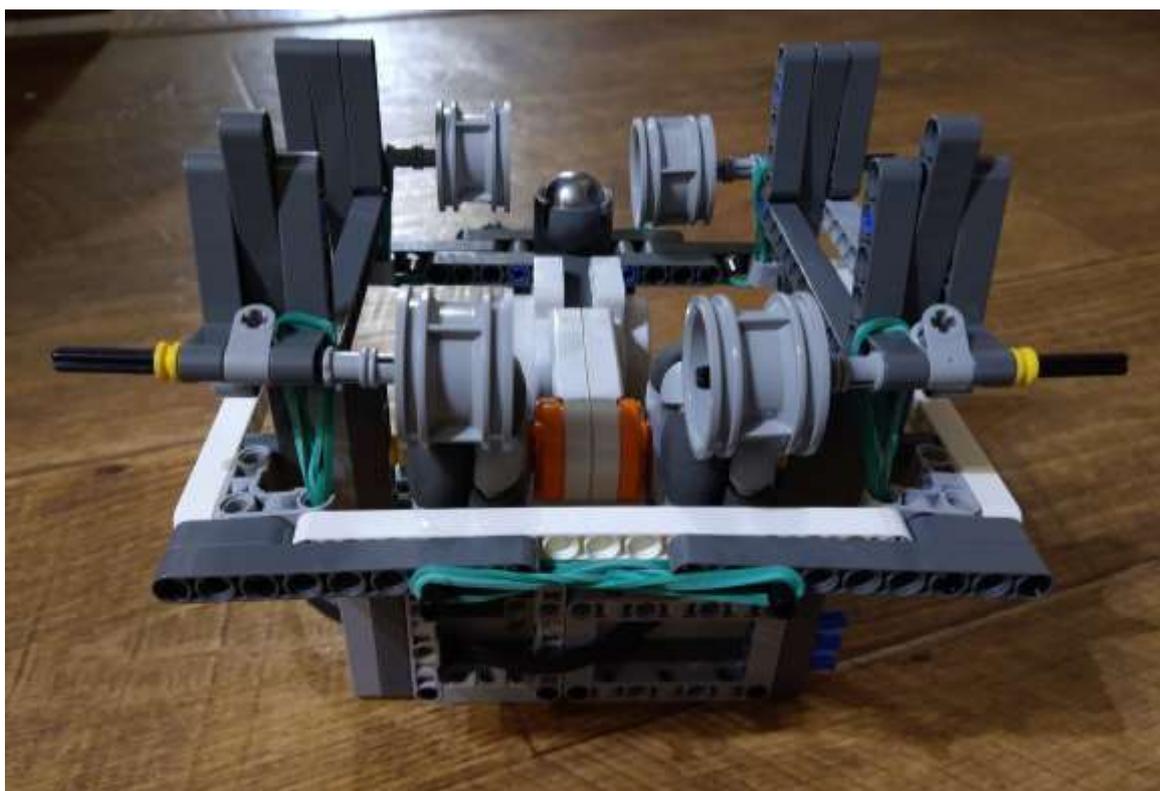


Рис. 6. Фотография макета платформы со стороны ведущей оси.

В качестве источника прижимной силы в макете были использованы

банковские резинки, степень натяжения которых регулируется оператором посредством крепежных шпенок на поверхности макета. К сожалению, банковские резинки со временем теряют упругость и степень их натяжения необходимо регулировать перед каждой демонстрацией работоспособности платформы.

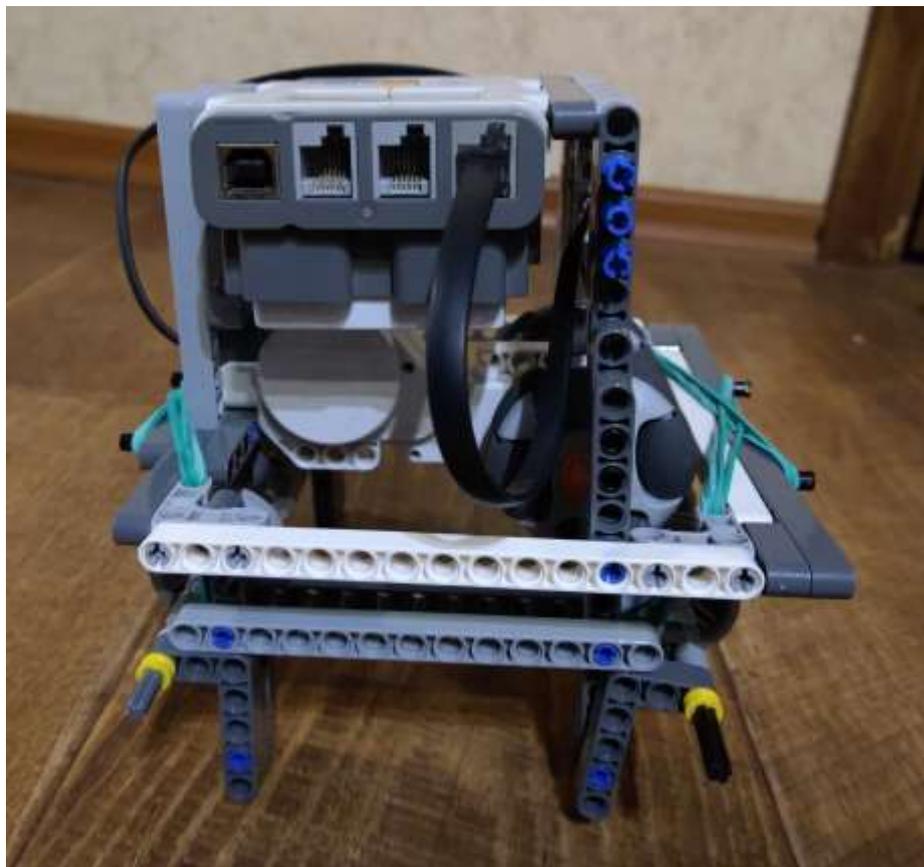


Рис. 7. Фотография макета платформы с боковой стороны.

На рисунке 8 представлено устройство макета монорельса, созданного для демонстрации работоспособности макета платформы. Монорельс представляет собой две полосы ОСП панели шириной 95 мм, скреплённых вместе с помощью малярного скотча. Длина полученного макета монорельса составляет 2,5 м, что иллюстрируется на рисунке 9 и удовлетворяет требованию конкурсного задания о протяженности не менее 2-х метров для демонстрации работоспособности макета. Другое требование конкурсного задания о ширине площадки также выполняется, поскольку монорельс может быть прикреплён к площадке любой ширины.



Рис. 8. Устройство монорельса для макета.



Рис. 9. Демонстрация длины макета монорельса.

Макет передвижной платформы прикрепляется к монорельсу с помощью прижимных катков и может быть расположен как с верхней стороны монорельса, так и с его нижней стороны, что иллюстрируется photographиями на рисунках 10 и 11. Прижимная сила является достаточной, чтобы надёжно фиксировать макет платформы в любом положении.

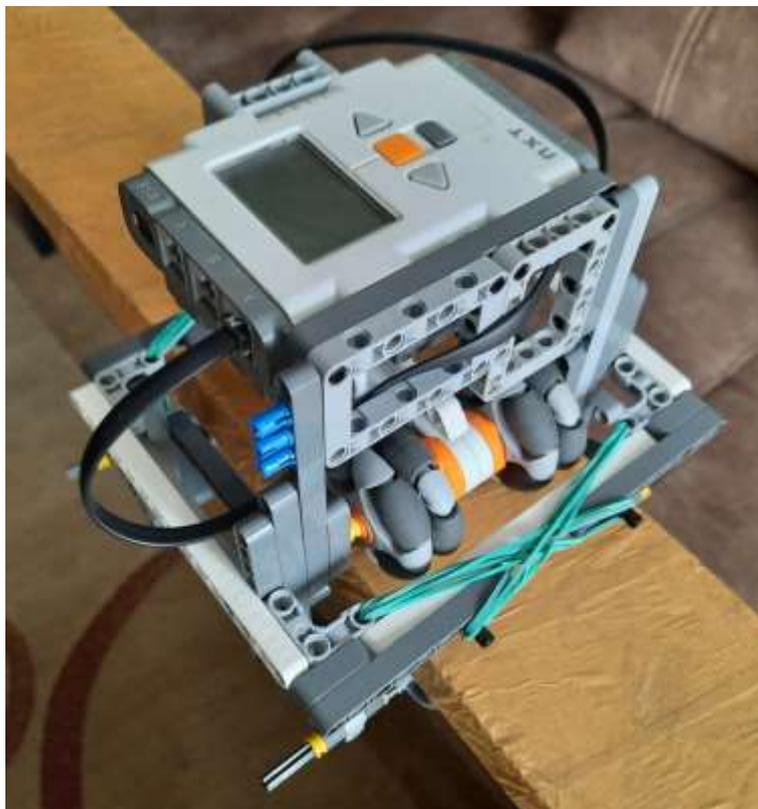


Рис. 10. Крепление макета платформы с верхней стороны монорельса.

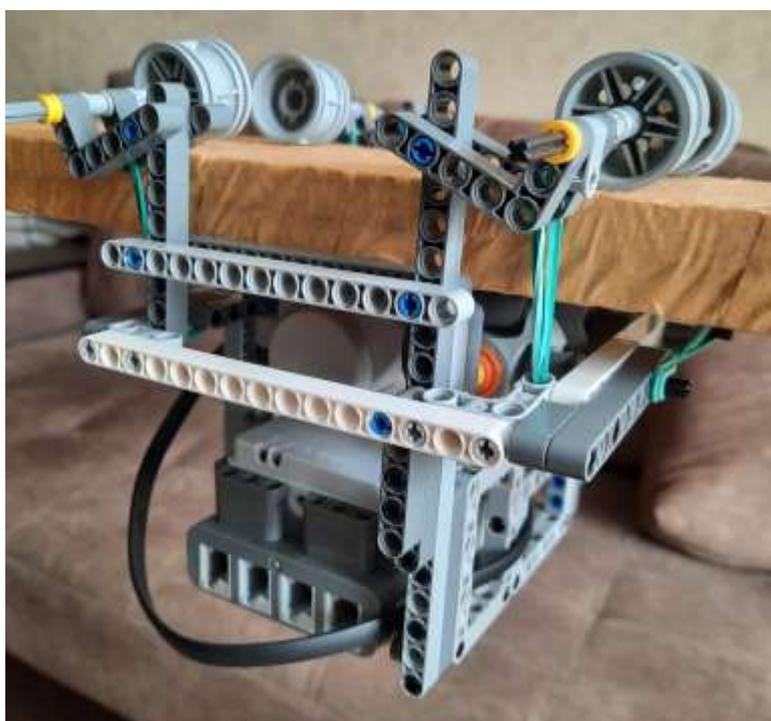


Рис. 11. Крепление макета платформы с нижней стороны монорельса.

Способ организации крепления катков передвижной платформы на монорельсе также иллюстрируется фотографией на рисунке 12.



Рис. 12. Фотография катков с внутренней стороны монорельса.

Таким образом, макет передвижной платформы реализует принцип перемещения на основе монорельса и удовлетворяет требованиям конкурсного задания.

Макет платформы содержит в себе единственный электродвигатель, мощности которого вполне достаточно для перемещения платформы по макету монорельса. Управление электродвигателем осуществляется без дополнительного программного обеспечения только с использованием операционной системы контроллера Lego. Управление макетом осуществляется со смартфона посредством Bluetooth и включает в себя только команды включения и выключения электродвигателя в прямом и реверсивном вариантах движения.

Предполагается, что макет платформы в дальнейшем может быть оборудован дополнительными устройствами, макетирующими функционал руки-манипулятора и др.

ОБОСНОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПЛАТФОРМЫ В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОГО КОСМОСА

Выбранный способ организации передвижной платформы на поверхности космической станции будет работоспособен в условиях открытого космоса благодаря следующим конструктивным особенностям:

- Платформа надёжно фиксируется на монорельсе в любой точке космической станции и не зависит от наличия или отсутствия гравитации. Дополнительно предлагается оборудовать платформу автоматическими тормозными устройствами на пружинной основе или фиксаторами колёс, приводимыми в действие в условиях потери электропитания платформы;
- Электропитание платформы выполняется на основе токоведущих проводников на поверхности монорельса, что позволяет отказаться от тяжёлых и подверженных износу батарей;
- В предлагаемом варианте организации передвижная платформа содержит минимум электронных компонентов, что повышает надёжность платформы и способствует уменьшению количества отказов оборудования из-за воздействия ионизирующего излучения. В частности, предлагаемый макет платформы вообще не содержит в себе дополнительного программного обеспечения, за исключением базового ПО в контроллере Lego Mindstroms NXT.
- Возможен вариант организации связи с платформой посредством последовательной шины передачи данных, проложенной по поверхности монорельса. В этом случае появляется новое устройство, подверженное механическому износу в силу трения контактов о шину, но повышается надёжность управления платформой в условиях наличия сильного электромагнитного шума, не позволяющего организовать радиоканал передачи данных.

ОПИСАНИЕ ЭТАПОВ РАБОТЫ НАД СОЗДАНИЕМ МАКЕТА ПЛАТФОРМЫ

Работа над созданием макета платформы разделилась на несколько этапов. На первом этапе был выбран принцип организации платформы на основе перемещения по монорельсу. На данном этапе основное затруднение вызвал способ создания монорельса из подручных материалов. Решение было найдено с использованием строительных материалов: ОСП панели и обычного малярного скотча.

На втором этапе создавался макет платформы. В школе на уроках робототехники мы используем конструктор Lego Mindstorms NXT и именно этот конструктор был выбран для создания макета платформы. Конструктор содержит в своём составе контроллер, набор электродвигателей и датчиков, что позволяет создавать на его основе достаточно сложные разработки. В предлагаемом макете никакие датчики не были использованы, однако в дальнейшем они могут применяться для ограничения движения платформы или её фиксации в нужной точке.

На третьем этапе разработки были предприняты попытки перемещения платформы по монорельсу. Оказалось, что для удержания платформы с нижней стороны монорельса необходимо приложение существенной прижимной силы к каткам макета. Поэтому макет платформы был дополнен обычными банковскими резинками, выполняющими роль прижимных пружин.

Четвертый этап включал в себя отработку всех компонентов, фото- и видеосъёмку, а также написание отчета о проделанной работе.

ОПИСАНИЕ ЗАДАЧ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ КАЖДЫМ УЧАСТНИКОМ КОМАНДЫ

Капитан команды (Егорова Мария Валерьевна)- выбирает путь, по которому команда движется вперед к общим целям, обеспечивая наилучшее использование ее ресурсов; умеет обнаружить сильные и слабые стороны команды и обеспечить наибольшее применение потенциала каждого участника команды.

Оформитель проектировщик - (Егорова Дарья Валерьевна) - придает законченную форму действиям команды, направляет внимание и пытается придать определенные рамки групповым обсуждениям и результатам совместной деятельности.

Генератор идей (Воронин Александр) - выдвигает новые идеи и стратегии, уделяя особое внимание главным проблемам, с которыми сталкивается команда. внедряет в команде радикальные технологии, ищет новые решения технических задач.

Конструктор (Монахов Даниил) – создание модели космополоза, испытание модели

ВЫВОДЫ

В рамках работы над проектом «Платформа для внекорабельной деятельности» участниками был выбран принцип создания модели, разработаны макеты монорельса и платформы в составе модели, проведено техническое моделирование работоспособности платформы.

В результате выполнения работы было подтверждено, что принцип организации платформы для внекорабельной деятельности, функционирующей на основе перемещения по неподвижному монорельсу работоспособен и может применяться на практике при построении подобных платформ в условиях космической станции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

1. «Новый российский косморобот отправится на МКС в 2021 году»
[Электронный ресурс] Режим доступа: <http://ru-good.ru/page/novuj-rossijskij-kosmoroobot-otpravitsja-na-mks-v-2021-godu>, свободный

Рецензия
на работу «Космополоз»

Авторы: команда «Феникс» учащихся МБОУ СОШ № 18 г. Пенза Егорова Мария, Воронин Александр, Монахов Даниил.

Педагог: Воронина Наталья Валерьевна

В проекте описывается модель платформы для перемещения робототехнического комплекса по внешней стороне космической станции в условиях открытого космоса

Описание проекта представлено на высоком техническом уровне, содержание полностью соответствует заявленной тематике, проект включает в себя программу для микроконтроллера в составе устройства, а также иллюстрации макета изделия.

Рецензируемый проект имеет несомненную техническую значимость. Авторы проекта провели хороший анализ текущего состояния проблемы и проявили техническую смекалку при создании устройства, задействовав при этом широкий спектр возможностей платформы Lego.

В целом, считаю проект достойным высокой оценки.

Научный руководитель

Н.В. Воронина