

**Секция: Робототехника.**

**Создание Робота-погрузчика «CLIPPER-SPACE» для  
возможной эксплуатации при развертывании лунной  
базы России**

**Исполнитель:** Артюшин Клим  
МБОУДОД ДЮЦКО «Галактика» г. Калуги  
МБОУ СОШ № 50 г. Калуги  
Ученик 7 «Б» класса  
**Руководитель:** Шепелева С.Н.  
Методист, педагог д.о.  
МБОУДОД «ДЮЦКО «Галактика» г. Калуга

Калуга, 2019 г.

## Содержание

<b>1. Организационно-подготовительный этап</b> .....	2
1.1. Актуальность проекта.....	2
1.2. Основные проблемы проекта .....	6
1.3. Оценка ресурсов .....	6
1.3.1. Интеллектуальные ресурсы.....	6
1.3.2. Кадровые ресурсы.....	6
1.3.2. Материально - технические ресурсы .....	6
1.4. План работы над проектом.....	7
1.5. Оценка возможностей.....	7
1.6. Анализ идей .....	8
1.7. Выбор материалов.....	9
1.8. Предварительный экономический расчёт .....	9
1.9. Финансы .....	10
1.10. Ожидаемый результат .....	10
<b>2. Технологический этап</b> .....	10
2.1. Выбор инструментов и приспособлений .....	10
2.2. Эргономические требования к проекту .....	10
2.2.1. Организация рабочего места .....	10
2.2.2. Техника безопасности.....	10
2.3. Технологическая карта.....	10
2.4. Самоконтроль своей деятельности .....	11
2.5. Уход за готовым изделием.....	11
<b>3. Заключительный этап</b> .....	11
3.1. Расчёт себестоимости изделия.....	11
3.2. Экономичность и финансовое обоснование.....	13
3.3. Экологическое обоснование .....	13
3.4. Мини маркетинговые исследования .....	13
3.5. Подведение итогов.....	13
3.6. Перспектива продолжения работы над проектом.....	14
<b>4. Литература</b> .....	14
Приложение .....	15

## **1. Организационно – подготовительный этап**

### **1.1.Актуальность проекта.**

В современном мире, мы наблюдаем нарастание автоматизации сфер жизнедеятельности человека, робототехника нашла своё применение в науке, технике, промышленности. К современным роботам предъявляются требования выполнения технологических задач в условиях частичной и полной неопределенности внешней среды. Центральной проблемой является создание полностью автономного мобильного робота, действующего в недетерминированной (неопределенной, или определяемой предыдущей информацией, уникальной) внешней среде.

Проблеме создания автономных мобильных роботов посвящено небольшое число исследований у нас в стране и за рубежом. К наиболее значимым можно отнести работы отечественных исследователей (Е.И. Юревич. Основы робототехники, А.С. Ющенко. Интеллектуальное планирование в деятельности роботов, А.В., Каляев, Ю.В. Чернухин, В.Н. Носков. Научные основы робототехники) и зарубежных ученых (M.D. Adams, J. Borenstein, O. Khatib, D. J. Bennet, R. Abiyev, L. Beji Основные тенденции развития робототехники). Минус данных работ – имеют частный характер, применимый к конкретным ситуациям, немаловажный фактор, усложняющий управление роботом – уникальность, недетерминированность внешней среды, для решения этой задачи необходимы большие вычислительные ресурсы для интеллектуального и адаптированного управления.

Одной из главных стратегических целей российской космонавтики на ближайшие десятилетия является строительство лунной базы, с отправкой космонавтов в 2030 годы, в условиях жесткой конкуренции с США (добыча ресурсов и строительство лунной базы с эти сроки), Китаем (первый полет после 2020 года), Японией (после 2020 года), Европейским космическим агентством (после 2025 года). Я задумался над созданием робота, с техническими характеристиками позволяющими развернуть основные блоки лунной базы, строить дополнительные модули, используя лунный кирпич, обслуживать процесс эксплуатации. Актуальность данной работы обусловлена необходимостью создания Робота - погрузчика на основе конструктора LEGO Mindstorms EV3 и изучение манипуляционно-исполнительских компонентов действующей модели в условиях Лунной базы России.

#### **Гипотеза проекта:**

Создание и эксплуатация полностью автономного мобильного Робота-погрузчика, с дистанционным управлением, действующего в недетерминированной (неопределенной, или определяемой предыдущей информацией, уникальной) внешней среде на Лунной базе России позволит решить ряд технических проблем связанных с развертыванием основных блоков

лунной базы, строительством дополнительных модулей, используя лунный кирпич, обслуживанием процесса эксплуатации.

### **Цель проекта:**

создание Робота-погрузчика CLIPPER-SPACE с возможностью его эксплуатации на Луне для развертывания основных блоков лунной базы и строительства дополнительных модулей.

### **Задачи:**

- изучить литературу по теме исследования, сделать обзор существующих аналогов;
- осуществить мониторинг деталей и узлов, рассчитать затраты на изготовление проектной работы;
- спроектировать робота, продумав условия безопасной работы;
- изучить среду программирования LEGO Mindstorms EV3;
- написать программный код и провести полевые испытания робота.

**Объектом исследования** является Робот-погрузчик с определенными техническими характеристиками, созданный на основе конструктора LEGO Mindstorms EV3.

**Предметом исследования** является возможность эксплуатации Робота-погрузчика Clipper-Space для развертывания лунной базы России и обеспечение ее жизнедеятельности посредством манипуляционно-исполнительских компонентов действующей модели.

### **Методы исследования**

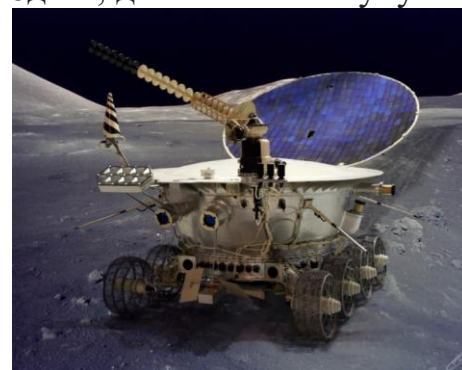
Теоретические – анализ литературы, сравнительный анализ

Эмпирические – изготовление продукта, написании программного кода, полевые исследования

**Перспектива использования:** участие Робота в развертывании Лунной базы и обеспечении ее жизнедеятельности, транспортировка грузов на поверхности Луны.

### **Анализ прототипов (существующих решений)**

Рассмотрим луноходы, покорившие Луну. «Луноход-1», доставлен на Луну в 1966 году. Колёс у лунохода было восемь, каждое с собственным приводом, что обеспечивало аппарату вездеходные качества. Луноход мог двигаться вперёд и назад с двумя скоростями и делать повороты на месте и в движении. В приборном отсеке (в «кастрюле») размещалась аппаратура бортовых систем. Солнечная батарея откидывалась, как крышка рояля, днём и закрывалась ночью. Она обеспечивала подзарядку всех систем. Радиоизотопный источник тепла (использующий радиоактивный распад) обогревал оборудование в тёмное время суток, когда



температура с +120 градусов падала до -170. Кстати, 1 лунные сутки равняются 24 земным. Луноход предназначался для изучения химического состава и свойств лунного грунта, а также радиоактивного и рентгеновского космического излучения. Аппарат был снабжён двумя телекамерами (одна резервная), четырьмя телефотометрами, рентгеновскими и радиационными измерительными приборами, остронаправленной антенной, обеспечивающей радиосвязь. Управляли Луноходом 5 человек. «Луноход-1», рассчитанный на 3 земных месяца работы, проработал на Луне 301 сутки. За это время он проехал 10 540 метров, обследовал 80 000 квадратных метров, передал множество снимков и панорам и так далее. В итоге радиоизотопный источник тепла исчерпал свой ресурс и луноход «замёрз».

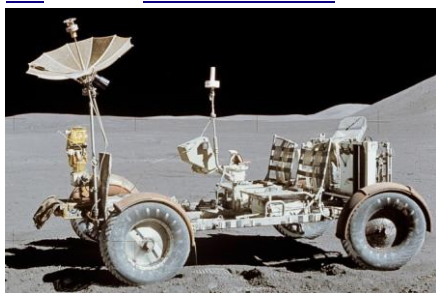
### «Луноход-2»

Успехи «Лунохода-1» вдохновили на реализацию новой космической программы «Луноход-2». Новый проект внешне почти не отличался от своего предшественника, но был усовершенствован, и 15 января 1973 года АМС «Луна-21» доставила его на Селену. К сожалению, луноход просуществовал всего 4 земных месяца, но за это время он успел пройти 42 км и провести сотни измерений и экспериментов.

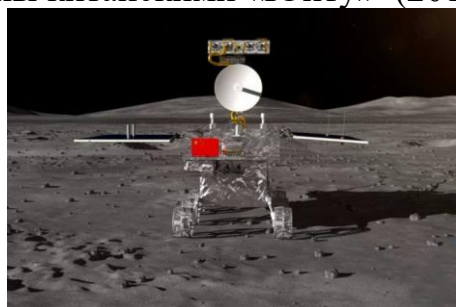
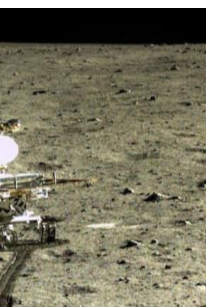


### «Лунный ровер-1»

**Лунный вездеход** - четырёхколёсный транспортный планетоход для передвижения людей по поверхности Луны, использовавшийся в ходе последних экспедиций программы «Аполлон» — «Аполлон-15», «Аполлон-16» и «Аполлон-17» в начале 1970-х годов. Разработчик и генеральный подрядчик — Boeing. Представлял собой двухместный электромобиль на двух неперезаряжаемых батареях. Управление электромобилем поручалось командиру экипажа. Его массой в 210 кг и грузоподъёмностью в условиях лунной силы тяжести в 490 кг.

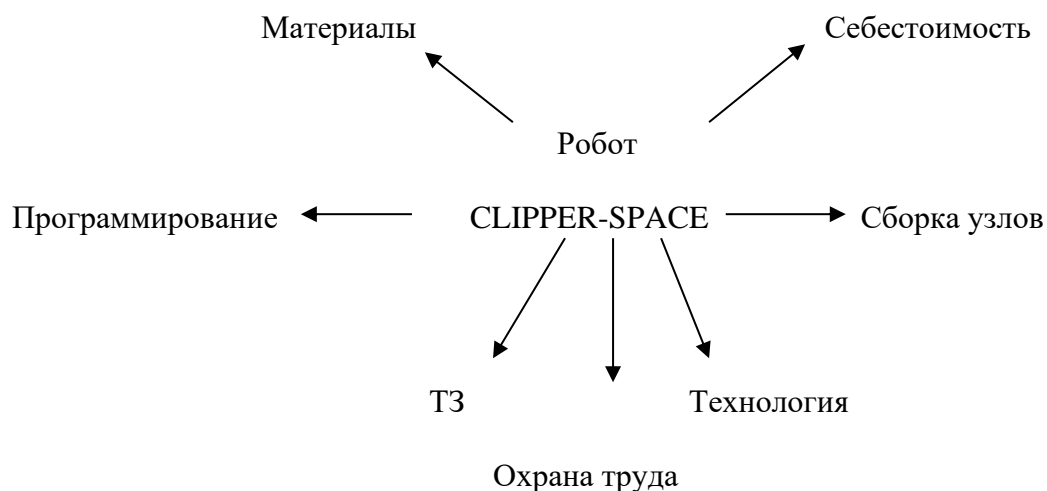


Современные луноходы, достигшие Луны представлены китайскими «Юйту» (2013г.) и «Юйту -2» (2018г.)



«Юйту-2» («Нефритовый заяц-2»), 2018г, вес 140 кг, длина 1,5 метра, ширина 1 метр, высота 1,1 метра. Луноход оснащён 2 складными панелями солнечных батарей и 6 колесами, исследует темную сторону луны.

## 1.2. Основные проблемы проекта



## 1.3. Оценка ресурсов

### 1.3.1. Интеллектуальные ресурсы

Имеющиеся знания, умения, навыки	Необходимо приобрести знания, умения, навыки
<i>В областях:</i> Лего-конструирование Математика Курс естествознания (введение в физику) Основы программирования	<i>В областях:</i> Электроника и робототехника Проектная деятельность Черчение Инженерная графика

### 1.3.2. Кадровые ресурсы

Участники проекта	Помощники	Консультанты
Автор	Родители	научн. руководитель Шепелева С. Н., родители

### 1.3.3. Материально-технические ресурсы

Материалы и техника, имеющиеся в наличии	Материалы и оборудование, которые необходимо приобрести
ноутбук, принтер, фотокамера, видеокамера	Микрокомпьютер EV 3 – 1 шт.; мотор с встроенным датчиком вращения – 1 шт; большой мотор – 2шт.; Ик-датчик – 1 шт; Гусеничное шасси – 2 шт.; Набор деталей LEGO MINDSTORMS EV3 31313; программное обеспечение LEGO MINDSTORMS EV 3;

#### 1.4. План работы над проектом

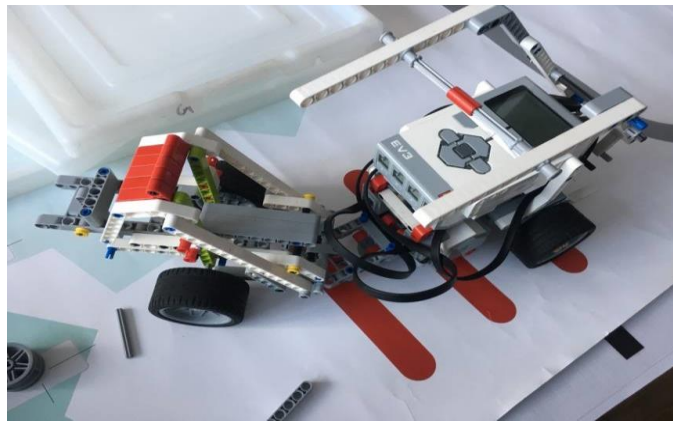
№ п/п	Порядок работы	Дата
1.	Найти и собрать информацию по теме проекта	5.04.19.- 9.04.19.
2.	Подготовить ТЗ	9.04.19.- 12.04.19
3.	Подобрать необходимые детали и скачать программное обеспечение LEGO MINDSTORMS EV 3;	12.04.19.- 13.04.19
4.	Решить финансовые проблемы и закупить недостающие детали, провести тестирование купленного оборудования	14.04.19.- 16.04.19
5.	Продумать функции, которые должен выполнять Робот на Лунной базе и подобрать инструкцию по сборке Робота.	17.04.19.- 18.04.19
6.	Технологический этап. Сборка Робота.	19.04.19.- 20.04.19
7.	Создание программного кода к запланированным действиям Робота.	21.04.19.- 22.04.19
8.	Тестирование, испытания Робота.	23.04.19-25.04.19

#### 1.5. Оценка возможностей

Знания	Что надо узнать	Пути получения знаний
Автор знает достаточно по технологии изготовления роботов в рамках учебной программы «Робоквантума».	Среду программирования LEGO MINDSTORMS EV 3;	Консультация педагога, видео уроки, занятия в Кванториуме, чтение статей, помощь родителей.
Умения	Чему надо научиться	Пути получения умений
Автор умеет собирать основные механизмы роботов, моделировать их из разных конструкторов, печатать детали на 3-D принтере.	Управлять роботом дистанционно с помощью сотового телефона	Консультация педагогов, родителей.

## 1.6. Анализ идей

	<b>Идея № 1</b>
«За»	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Простота конструкции.</li><li>2. Мобильность конструкции.</li></ol>
«Против»	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Несовершенный механизм захвата.</li><li>2. Прицеп-тележка в условиях рельефа Луны может увязнуть в реголите и робот не сможет передвигаться.</li></ol>



	<b>Идея №2</b>
«За»	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Функционально - обоснованная форма робота.</li><li>2. Возможность дистанционного управления, а также через программу, заложенную в робота.</li><li>3. Механизм захвата более технологичен.</li></ol>
«Против»	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Механизм гусеничного хода непрактичен на лунной поверхности, лучше использовать автономные колеса-моторы.</li><li>2. Источник питания должен быть независим от электричества. Лучше использовать радиоизотопный термоэлектрический генератор, как у марсохода Curiosity.</li></ol>





**Вывод:** Автор выбрал идею №2 для создания Робота-погрузчика, так как эта конструкция наиболее интересна и технологически обоснована, что представляет интерес в изготовлении и может быть использован на Лунной базе.

### 1.7.Выбор материалов

Для сборки робота я мог выбрать несколько вариантов конструкторов. Это могли быть:

TETRIX – из конструктора этой серии можно строить прочных металлических роботов на радиоуправлении и создавать программируемых роботов, используя оборудование и программное обеспечение LEGO Mindstorms EV3 .

MATRIX – очень похож на конструктор TETRIX. Здесь тоже используются металлические детали и программное обеспечение LEGO Mindstorms EV3 .

Robotis Bioloid – содержит множество серий, самая распространенная из них STEM Standard: можно сделать 16 различных роботов по схемам .

Arduino – популярная платформа любительской и образовательной робототехники. Это серия плат ввода-вывода. Плата имеет аналоговые и цифровые порты, к которым можно подключать различные устройства: светодиоды, датчики, кнопки, моторы, сервоприводы и т.д. Оригинальные Arduino производятся в Италии, большинство аналогов — в Китае. Есть и российские разработки .

Я остановил свой выбор на конструкторе Lego Mindstorms EV 3, т.к. сегодня платформа Lego является безусловным лидером образовательной робототехники. Наборами Lego Mindstorms оснащены кружки во многих странах мира. Конструктор очень прочный, редко удается что-то сломать, и главное достоинство – это простота и скорость сборки. На мой взгляд, Lego Mindstorms – один из наиболее удобных и приятных способов начать свое знакомство с робототехникой.

### 1.8. Предварительный экономический расчёт

Название материала	Цена в руб. (за ед.)	Количество ( шт.)	Затраты в руб.
Конструктор Lego Mindstorms EV 3 31313	10.900	1	10.900

**Вывод:** на изготовление Робота автору понадобится 10.900 руб., что является экономически выгодным, так как новый набор стоит дороже.

### 1.9. Финансы

Финансами автора обеспечили родители.

## 1.10 Ожидаемый результат

Автор ожидает получить Робота-погрузчика, способного подъехать и поднять груз в строго заданную на местности точку, а также транспортировать этот груз в другую заданную точку с помощью дистанционного управления. В случае отсутствия связи с землей, робот должен будет выполнять программу, заложенную в него инженерами-разработчиками на земле.

## 2. Технологический этап

### 2.1 Выбор инструментов и приспособлений

Для изготовления Робота мне был необходим ноутбук. Он у меня уже был. Набор Lego Mindstorms EV 3 31313 мы купили на сайте Авито, что значительно сократило затраты.

### 2.2.Эргономические требования к проекту

Эргономика предусматривает организацию работы так, чтобы было комфортно, безопасно, а главное с наименьшими энергетическими затратами человека улучшить полученный им результат.

#### 2.2.1. Организация рабочего места

№	Наименование	Виды работ
1	Датчики, детали конструктора Lego Mindstorms EV 3 31313	Сборка основных узлов и механизмов
2	Микрокомпьютер, провода	Подключение микрокомпьютера к механизмам Робота
3	Ноутбук	Программирование Робота

Дополнительные материалы : фотоаппарат.

#### 2.2.2.Техника безопасности

Сидеть за столом надо прямо, на всей поверхности стула, слегка наклонив корпус и голову вперед. Стул должен стоять так, чтобы детали робота находилась перед вами. Расстояние между работающим и роботом должно составлять 20 - 30 см. Все необходимые детали должны лежать в ящике на столе. Ноги должны опираться всей ступней на пол или подставку. Собирать детали конструктора надо сидя за столом.

**Вывод** : Рабочее место должно быть хорошо освещено. Хорошо оборудованное место работы обеспечивает качество выполнения изделия. При работе ничего лишнего не должно лежать на столе.

## 2.3.Технологическая карта

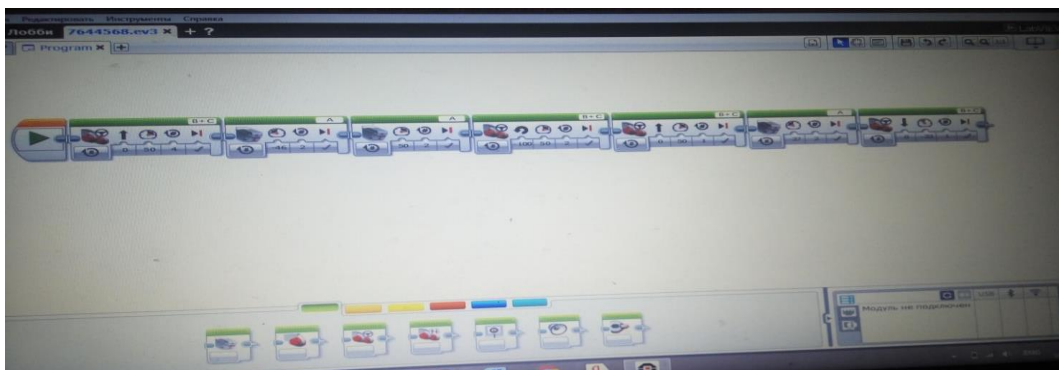
- 1.1. Создание механизма захвата и подключение его к среднему мотору с встроенным датчиком вращения.
- 1.2. Создание основной платформы Робота с прикреплением к ней гусеничных механизмов и встроенных больших моторов.
- 1.3. Подключение этих узлов к микрокомпьютеру

- 1.4. Сборка вертикального корпуса Робота с ИК-датчиком.
- 1.5. Создание программы для Робота-погрузчика CLIPPER-SPACE.
- 1.6. Тестирование робота, проверка работоспособности.

### **Программирование робота на ПК согласно условиям задачи**

На этапе программирования робота в среде Lego Mindstorms EV3 на ПК начинается самое интересное.

Для осуществления поставленной задачи потребовалось использовать метод исследования «эксперимент» изучить множество материала, составить большое количество элементарных программ для выполнения роботом несложных действий. После этого мне стало ясно – для того чтобы робот был способен выполнить весь комплекс действий, согласно поставленной мной задаче, нужно прописать в программе всю цепочку действий, каждый шаг, каждое движение! В итоге получилась следующая программа.



### **2.5. Самоконтроль своей деятельности**

Выполняя работу, я старался соблюдать технику безопасности, делал работу максимально качественно и аккуратно.

Я доволен результатом работы, считаю, что мой Робот-погрузчик CLIPPER-SPACE соответствует моим ожиданиям и способен выполнять поставленные задачи.

### **2.6. Уход за готовым изделием**

Изделие, которое я изготовил, требует бережного ухода. Его следует очищать от пыли кистью.

## **3. Заключительный этап**

### **3.1 Расчет себестоимости изделия**

Любое изделие, товар, продукция имеют собственную **себестоимость**. Под себестоимостью понимают сумму затрат на ее производство и реализацию, выраженную в денежной форме. Показатель себестоимости продукции применяется для исчисления и других показателей: планируемой прибыли, рентабельности и производства продукции, эффективности новой техники и

капитальных вложений. От качества расчета себестоимости зависит обоснованность цен.

**Цена** - стоимость товара в денежном измерении. Себестоимость включает затраты не только на производство и реализацию продукции предприятия но и раскрывает экономический механизм возмещения этих затрат. В зависимости от полноты включения затрат, себестоимость подразделяют на: цеховую, производственную (заводскую) и полную (коммерческую). Для творческих проектов себестоимость можно рассчитать как цеховую, по формуле:

$C = Mz + P_{оп} + A_о + Z_{др}(p.)$ , где

1.  $Mz$  - материальные затраты. К ним относятся:

основной материал

вспомогательный материал

покупные изделия

Название деталей	Цена в руб. (за ед.)	Количество (шт.)	Затраты в руб.
Микрокомпьютер	5.000	1	5.000
Ик-датчик	1.200	1	1.200
Гусеничный механизм	600	2	1.200
Провода	500	1	500
Большой мотор для вращения колес	1.000	2	2.000
Средний мотор для вращения механизма захвата	1.000	1	1.000
Всего			10900

Мой расход на материалы составил 10900 рублей.

$P_{оп}$  - затраты на оплату труда.

ФЗ от 28.12.17. № 421 о внесении изменений в статью №1 ФЗ «О минимальном размере оплаты труда» по России составляет = 11280 рублей.

Продолжительность ежедневной работы для учащихся ОУ, совмещающих в течение года учёбу с работой, в возрасте: до 16 лет - 2,5 часа.

$P_{оп} = 11280 : 22 \text{ раб. дн.} : 2,5 \text{ часа} * \text{ время изготовления работа}$ . Я ученик 7 класса, мне 12 лет, время работы в день составляет 2,5 часа.

$P_{оп} = C(p.) * T(ч.)$ , где  $11280 : 22 : 2,5 = 205,09 \text{ руб.}$  (стоит 1 час работы)

Я изготовил свой робот за 20 дней, работая по 1,5 часа, поэтому всего я проработал :  $20 * 1,5 = 30 \text{ ч}$

$P_{оп} = 6152.7 \text{ рублей}$ .

$A_о$  - амортизационные отчисления.

$A_о = \text{Собор} * T / H / 12 / 22 / t$ , где

$A_о$  мы можем пренебречь.

4.  $Z_{др}$  - другие затраты. К ним относятся затраты на:

электроэнергию  
работы в сети Интернет.

$E = 1Ч*1*Т$  тариф, где

$N$  - мощность оборудования  $t$  - время работы в часах

$C = 10900 + 6152 + 0 + 125 = 17177$  рубля.

Получилось, что выполненное мною изделие стоит 17177 рубля.

### 3.2. Экономичность и финансовое обоснование

Цена моего Робота CLIPPER-SPACE составила 17.177 рублей. Хотя в магазинах новый набор Лего 31313 стоит 25.900 рублей.

### 3.3. Экологическое обоснование проекта

Так как конструктор LEGO Mindstorms EV3 продается официальным представителем компании Лего, то значит весь их товар является сертифицированным и экологически безопасным. Данные детали конструктора не содержат никаких вредных примесей, не несут вред ни мне, ни окружающим меня людям, ни окружающей бытовой среде.

### 3.4. Мини маркетинговые исследования

Однако, и еще можно сэкономить почти в 10 раз, если создать такого робота из конструктора на базе Ардуино. Предлагаю оценить затраты, приведенные в таблице (цена в рублях).

Название деталей	Лего	Ардуино
микрокомпьютер	5.000	280
Ик-датчик	1200	150
Гусеничный механизм	1200	180*2
провода	500	150
Большой мотор 2 шт. для вращения колес	1.000*2	160*2
Средний мотор для вращения механизма захвата	1000	250
Итого	10.900 руб.	1.810 руб.

### 3.5 Подведение итогов

У меня получился отличный Ровер-погрузчик, способный выполнять задачи, как дистанционно, так и следуя программе. Я улучшил свои знания в области программирования роботов на базе LEGO Mindstorms EV3, изучил условия работы роботов на Луне. Оказалось, что условия на Луне сложны для роботизированных механизмов. Опасность будет подстерегать Ровер-погрузчик на Луне в виде абразивной пыли и зыбучего реголита, кратеров и метеоритов, а также возможен выход из строя механизмов из-за перепада температур.

### 3.6. Перспектива продолжения работы над проектом.

Я проанализировал свою работу, мой Робот требует усовершенствования. Поэтому я буду оборудовать его видеокамерой и заменю гусеницы на 6 колес, а также осенью 2019 года смогу протестировать робота на макете Лунной базы Технологического университета г. Кролева.

### Литература.

1. Клаузен, П. Компьютеры и роботы [Текст] / Пер. с нем. С.И. Деркунской. – Москва: Мир книги, 2006. – 48 с.
2. Копосов, Д.Г. Первый шаг в робототехнику: практикум для 5-6-го классов [Текст]: учеб. пособие / Д.Г. Копосов. - Москва: Бинوم. Лаборатория знаний, 2014. – 286 с.
3. Овсяницкая, Л.Ю. Курс программирования робота EV3 в среде Lego Mindstorms EV3 [Текст]: учеб. пособие / Л.Ю. Овсяницкая, Д.Н. Овсяницкий, А.Д. Овсяницкий - 2-е изд., перераб. и доп. – Москва.: Изд-во «Перо», 2016. – 300 с.
4. Овсяницкий, Д.Н. Ожившая механика. Шагающий робот-шагозавр [Текст]: учеб. пособие / Д.Н. Овсяницкий, Л.Ю. Овсяницкая, А.Д. Овсяницкий – Челябинск, Электронная книга, 2015. – 168 с.
5. Промышленная робототехника [Текст]: учеб. пособие / А.В. Бабич [и др.]. – Москва: Машиностроение, 1982. – 415 с.
6. Русецкий, А.Ю. В мире роботов [Текст]: Кн. для учащихся / А.Ю. Русецкий – Москва: Просвещение, 1990. – 160 с.
7. Филиппов, С.А. Робототехника для детей и родителей [Текст]: научное издание / С.А. Филиппов – 3-е изд., перераб. и испр. — СПб.: Наука, 2010. – 319 с.
8. Медицинские роботы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://medrobot.ru/28-medicinskie-roboty-korotko-ob-istorii-i-yevolyucii.html/>
9. Мир роботов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://roboting.ru/industrial-robots>
10. Филиппов, С.А. Основы робототехники на базе конструктора Mindstorms NXT [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.prorobot.ru/load/zanatie\\_1-osnovy\\_konstruirovaniia.pdf/](http://www.prorobot.ru/load/zanatie_1-osnovy_konstruirovaniia.pdf/)
11. Mindstorms EV3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.lego.com/ru-ru/mindstorms/>