

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ГИМНАЗИЯ № 622
Выборгского района Санкт-Петербурга

РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА РОБОТА ДЛЯ БЕСКОНТАКТНОЙ ВЫДАЧИ
ПОЧТОВЫХ ОТПРАВЛЕНИЙ
«БЕЗОПАСНАЯ ПОЧТА»

Работу выполнил
обучающийся 9В класса
ГБОУ гимназии №622
Кутузов Всеволод Александрович

Руководители проекта:
Педагог дополнительного образования ПФМЛ №239
Алексеев Денис Дмитриевич
Учитель информатики ГБОУ гимназии №622
Гаус Ирина Васильевна

Санкт-Петербург
2020

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Основная часть	
Глава 1. Теоретическая часть	6
1.1 Анализ прототипов и историческая справка	6
1.2 Изучение экспертного мнения	9
1.3. Окончательная формулировка задач	11
1.4 Выбор модели прототипа робота	13
1.5. Требования, которым должен удовлетворять прототип	16
1.6. Исследование свойств материалов и способов соединения	17
Глава 2. Технологическая часть	18
Конструкторско-технологический этап	
2.1. Техническая документация	18
2.2. Техническая дизайн-спецификация	18
2.3. Технологическая карта изделия	21
Глава 3. Эколого-экономическая часть	27
3.1. Экономический расчет	27
3.2. Экологическая оценка проекта	29
Глава 4. Оценка проекта	30
4.1. Самооценка	30
Список использованной литературы и источников	31
Рецензии	32
Реклама	34
Приложения	

ВВЕДЕНИЕ

Проблемная ситуация

В марте 2020 года мир накрыла пандемия COVID-19, вызванная новым вирусом SARS-CoV-2. Этот вирус распространился по планете очень быстро. Во многих местах был введён режим ЧС и принудительная или добровольная изоляция. Для того, чтобы препятствовать распространению болезни, надо сократить количество контактов между людьми, количество контактов с поверхностями, к которым прикасаются потенциально зараженные люди.

Актуальность

В наши дни почтовая связь остается самым массовым, дешёвым и незаменимым видом связи. С одной стороны, работу почтовых отделений прерывать нельзя; с другой стороны, сотрудники, постоянно контактирующие с потоком людей, серьезно рискуют заразиться вирусом контактным и воздушно-капельным путем.

В данном исследовании мы рассмотрим вопрос о создании роботизированного устройства, которое поможет максимально сократить риск и обезопасить сотрудников почтовых отделений, выдавая почтовые отправления без прямого контакта людей. Также устройство поможет сократить время на выдачу корреспонденции, эффективно работать в любое время суток и при этом будет приемлемым по цене и удобным для массового производства.

Объект исследования – эффективное устройство, способное уменьшить количество контактов между людьми при взаимодействии в почтовых отделениях.

Предмет исследования – прототип роботизированного устройства, способного работать автономно в почтовых отделениях для выдачи клиентам посылок.

Новизна заключается в создании полностью автономного аппарата, способного решать поставленные задачи по выдаче посылок, исключая

контакты «человек-человек». При этом аппарат является универсальным, может быть перенастроен и перепрограммирован для других условий работы и для решения других задач, связанных с аналогичными функциями.

Цель:

Предложить прототип роботизированного устройства для работы по безопасной и бесконтактной выдаче почтовых отправлений в отделениях связи, способный минимизировать вмешательство человека в процесс выдачи посылок и бандеролей.

Задачи:

Для реализации проекта были поставлены следующие задачи:

- изучить систему работы почтового отделения по выдаче почтовых отправлений (бандеролей, посылок);
- изучить конструкции современных роботов-раздатчиков разных элементов;
- изучить конструкции и принцип работы современных почтоматов (почтовых автоматов) - автоматизированных терминалов по выдаче посылок;
- создать эскиз прототипа;
- освоить программирование в среде ROBOTC в объеме, необходимом для реализации поставленных задач;
- освоить моделирование в программе КОМПАС-3D v19 в объеме, необходимом для реализации поставленных задач;
- собрать конструкцию прототипа, создать программу для его работы;
- изготовить дистрибутивный шкаф для посылок;
- провести испытания, на основании выявленных недочётов внести улучшения в конструкцию и программный код;
- описать проект;
- представить выполненное изделие.

Для этого понадобятся навыки конструирования, программирования, моделирования, умение пользоваться необходимым программным обеспечением ПК.

Методы

При работе над проектом используются метод структурно-функционального анализа, системного анализа, морфологического анализа, метод прототипирования; использованы также общенаучные методы анализа, синтеза, сравнения и обобщения.

Основная часть

Глава 1. Теоретическая часть

1. ПОИСКОВО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЭТАП.

1.1 Анализ имеющихся решений и историческая справка

Самый древний способ доставки, известный человечеству – гонец, или курьер. В наши дни курьерские службы процветают, но также неидеальны. Главные минусы: стоимость доставки и прямой контакт «человек-человек». В нынешних условиях курьеры идут на серьезный риск здоровью.

Рис.1. Курьерская доставка

Традиционно в почтовых отделениях нашей страны работали сотрудники, полностью обеспечивающие процесс выдачи писем, бандеролей и посылок вручную. Попытки модернизировать почтовую систему нашей стране часто упирались в проблему недостаточного финансирования, а нарекания к скорости и качеству работы почты вошли в народный фольклор. Сильнее всего на работу почты влияет человеческий фактор. При выдаче посылки сотрудник почты дважды контактирует с посетителем.



Оценим процесс с точки зрения коронавирусных ограничений:

- двойной контакт увеличивает риск заразиться воздушно-капельным и контактным путями;
- посетитель передает бланк, из рук работника получает бандероль, берет в руки общую ручку, ставит подпись, а работник забирает квитанцию – как минимум пять соприкосновений (без учета контакта с поверхностью прилавка).
- посетитель подвергается риску заражения, так как вынужден стоять в очереди, а процесс выдачи происходит довольно долго.



Рис.2 Почтовое отделение Почты России

Другой вариант выдачи – это стеллажи с замком на каждой ячейке. Такие устройства (так называемые «почтоматы») используют в пунктах выдачи интернет-заказов. С одной стороны, система хорошо продумана с точки зрения сохранности груза – ячейка закрыта, а содержимое может забрать только по коду. Но есть один большой минус: человек касается стенок шкафчика, набирает руками код, находится в непосредственной близости к другим ячейкам. Таким образом, безопасность при контакте не обеспечена. Вопрос можно решить, наняв штат сотрудников, которые будут обрабатывать поверхности после каждого посетителя, но это очень затратно и противоречит самой идее почтоматов. [7]



Рис. 3 Почтовый автомат

Пневматическая почта, пневмопочта — система перемещения штучных грузов под действием сжатого или, наоборот, разрежённого воздуха. Закрытые пассивные капсулы (контейнеры) перемещаются по системе трубопроводов, перенося внутри себя нетяжёлые грузы, документы. Плюсами этой системы доставки являются скорость, безопасность, замкнутость системы, поэтому пневмопочты часто используют в банках и крупных организациях. Однако есть и минусы: стоимость системы и обслуживания, ограниченное в пространстве использование, доставка только легких и малогабаритных грузов, а отсюда следует отсутствие универсальности применения этого способа доставки. [8]

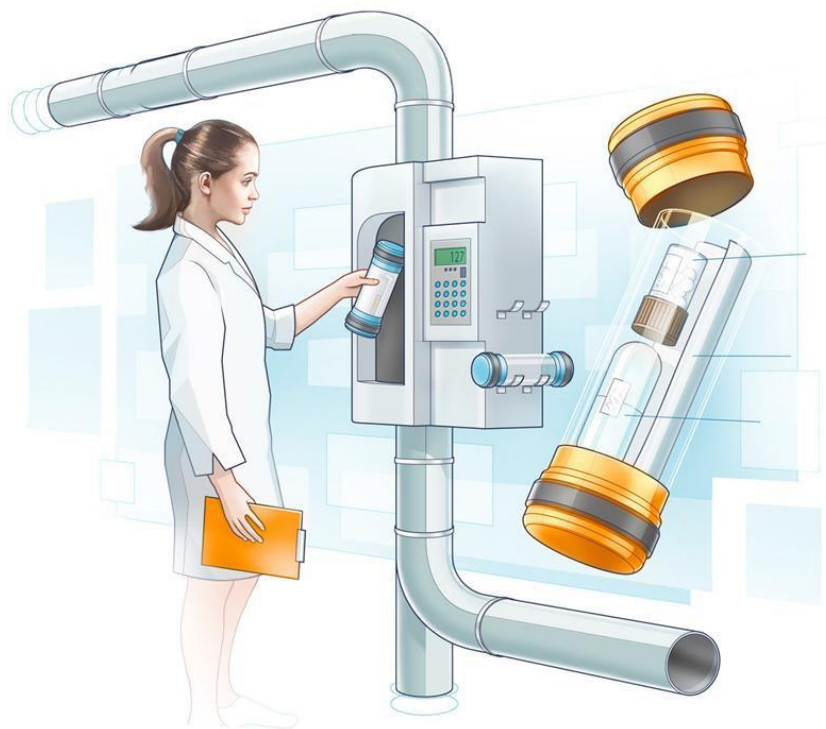


Рис. 4 Пневмопочта

В 2016 году в мире началось коммерческое применение уличных роботов-курьеров. В Австралии это Domino's Robotic Unit от компании Marathon Robotics, в Израиле — концепт на базе уницикла Transwheel, в Италии — автономный челодан Gita от компании Piaggio, китайский Xiaoman donkey производства Alibaba. Больше всего таких роботов производится в Китае и Японии. [6]

Российская компания Яндекс также сообщила о тестировании робота для доставки легких грузов Яндекс.Ровер. [9]

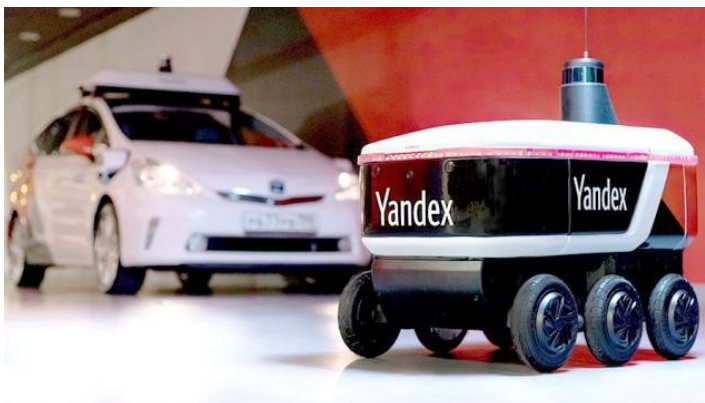


Рис. 5. Яндекс.Ровер – уличный робот-курьер

Одна из проблемных задач для создателей таких роботов - разработка алгоритма, который бы позволял роботу находить свой путь в потоке людей и исключить риск столкновения. С ними конкурируют роботы-дроны, способные доставлять товар по воздуху. Перед доставкой летающими беспилотниками наземная доставка роботами имеет то явное преимущество, что ни груз, ни курьер не свалятся прохожим на голову даже в случае, если что-то пойдет не так.

1.2 Изучение экспертного мнения

Изучив имеющиеся на сегодняшний день решения по доставке корреспонденции, можно отметить следующее.

На данный момент, наряду с работой традиционной почты, есть попытки создать роботизированные системы для доставки, но пока этот вопрос находится в стадии разработки.

Ожидается, что использование роботов в будущем снизит себестоимость оказания услуги доставки, что послужит дополнительным стимулом к внедрению таких устройств. Однозначно, клиент будет получать заказ быстрее. В проигравших окажутся люди, работавшие в сфере доставки - их востребованность в ближайшие годы будет снижаться. Это лежит в общем

тренде на снижение потребности в малоквалифицированной рабочей силе из-за массовой автоматизации.

Согласно прогнозу McKinsey, в развитых странах автономный транспорт обеспечит доставку до 80% всех посылок в менее, чем через 10 лет. В отдельных странах появилось даже специальное законодательство, регулирующее использование таких роботов.

Однако в России есть ряд условий, препятствующих, по мнению экспертов, внедрению массовой уличной доставки с помощью роботов:

- производство робота-курьера довольно затратно;
- нет ПДД для наземных беспилотников;
- нет процедур сдачи-приемки товара у роботизированных курьеров (электронной транспортной накладной), нет процедуры разрешения споров при выявлении ошибок, недостачи или повреждения товаров;
- грязь, лужи, некачественное покрытие тротуаров, постоянные ремонты тротуаров; зимой снег и лед, низкие температуры;
- вандалы, воры.

В настоящее время существуют способы доставки почтовых отправок с различной степенью вмешательства человека. Некоторые современные модели имеют интересные технологические решения, но массового распространения в нашей стране пока не получили по ряду причин, перечисленных выше, а также из-за неоднородности условий в различных регионах страны. На данный момент производятся тестирования первого российского прототипа робота-курьера, но даже в благополучной уличной среде Москвы испытания проходят с трудом.

Таким образом, для массовой доставки корреспонденции идея почтовых отделений, имеющихся во всех уголках нашей огромной и такой разной по условиям проживания стране, является хорошим решением. Но

существующий на данный момент процесс обслуживания должен быть срочно пересмотрен, так как, по некоторым оценкам, распространение вируса по планете в ближайшие два-три года может остаться на прежнем уровне или увеличиться.

Работа традиционных почтовых отделений, и ранее требовавшая модернизации, теперь стала довольно опасной из-за рисков новой коронавирусной инфекции COVID-19.

Необходимо новое технологическое решение, позволяющее в короткие сроки решить возникающие трудности, при этом не требующее реконструкции почтовых отделений целиком.

1.3 Окончательная формулировка задач

Требуется разработать прототип робота для безопасной выдачи почтовых отправлений (посылок, бандеролей) в условиях минимизации или полного исключения контактов человека с человеком. Прототип должен уметь работать автономно и успешно передвигаться в условиях стесненного пространства, совершать очень точные движения (перемещения, манипуляции) в соответствии с заданными характеристиками. Он также должен обладать возможностью бесконтактного распознавания задания (что требуется выдать, где это расположено).

Устройство призвано заместить собой человека в зоне доставки корреспонденции и в какой-то мере имитировать человеческие действия, выполняя их безопаснее, быстрее и с высокой точностью.

С учетом экологических требований выбор электродвигателя (аккумуляторные батареи) является оптимальным.

Кроме прототипа робота, также требуется создать прототип дистрибутивного шкафа – хранилища посылок, из которого робот с помощью манипулятора будет извлекать необходимые посылки.

Для успешной реализации проекта потребуются знания робототехники. Она опирается на такие дисциплины как электроника, физика (механика,

электрика), программирование. Также потребуются навыки технического дизайна, конструирования, знания в области физики, знание электротехники.

1.4 Выбор модели прототипа робота

Необходимо разработать и изготовить прототип робота.

Первый прототип был полностью изготовлен из конструктора Lego Mindstorms Ev3. Он состоял из ходовой части, манипулятора, программного блока, зоны с сенсорами для чтения задания. Сам робот был никак не соединён с дистрибутивным шкафом, из-за чего отмечались трудности в программировании, робот часто сбивался с курса.

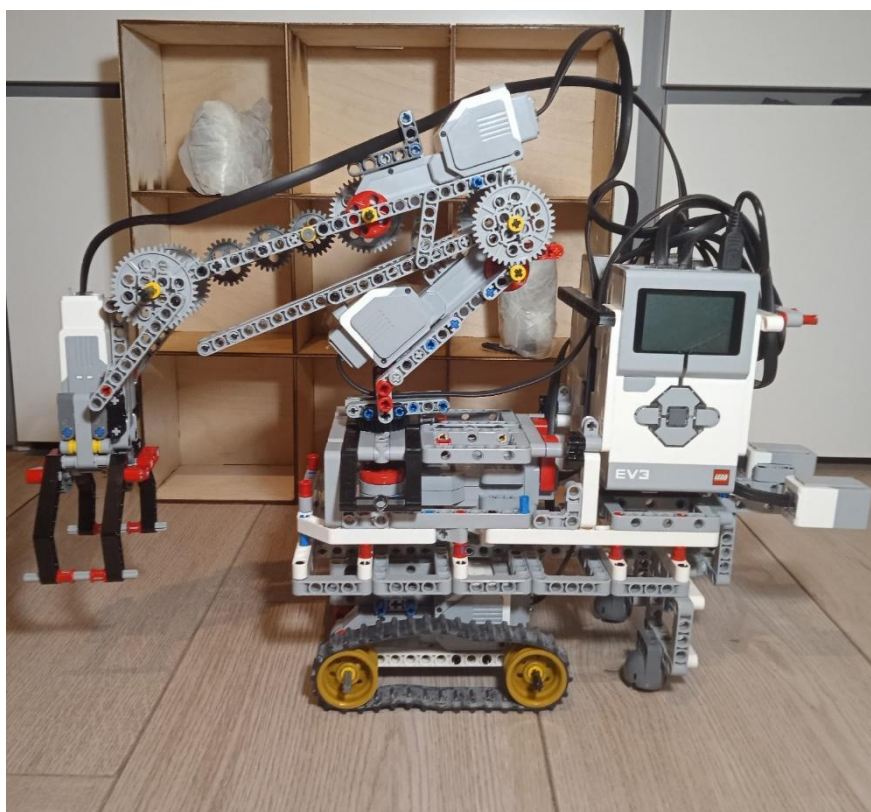


Рис. 6 Изображение первого прототипа



Рис. 7 Изображение первой модели дистрибутивного шкафа с посылками

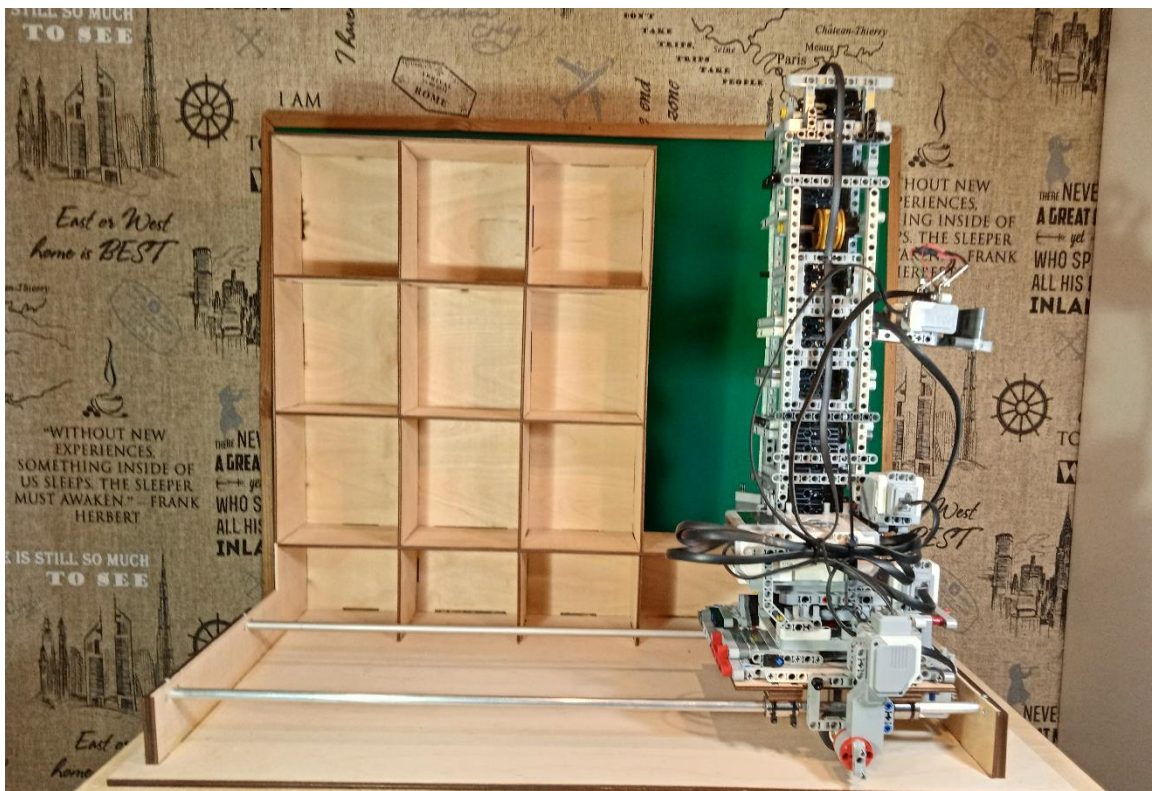


Рис. 8 Изображение актуального прототипа

Актуальный прототип

Ввиду недостатков первого прототипа и его ограниченных возможностей было принято решение перестроить робота, а также создать новый дистрибутивный шкаф.

Теперь движение прототипа происходит в трёх направлениях: по горизонтали вдоль ячеек, по горизонтали вглубь ячейки, по вертикали. Верхняя часть робота, собранная из конструктора Lego Mindstorms Ev3, движется параллельно ячейкам по двум направляющим. Данное усовершенствование позволяет прототипу перемещаться идеально ровно, на одной высоте, не отклоняясь от ячеек.

Захват для посылок перемещается по вертикали благодаря гусеничной ленты. В сравнении с предыдущим образцом, данная конструкция позволяет перемещать манипулятор с большей точностью.

Вглубь ячейки манипулятор движется с помощью реечной передачи.

Важно: Оптимизация процесса сортировки посылок по ячейкам осуществляется с помощью алгоритма поиска ближайшей свободной ячейки.

Код

Для выполнения задания робот использует два датчика цвета. Была создана специальная программа для распознавания цветов, так как стандартная функция в программе работала не совсем корректно.

Код состоит из 2 цветных квадратов.

Перед запуском программы робот сам калибруется по датчику касания и значениям энкодера моторов.

Основные функции кода:

```
172 void calibr()
173 {
174     //os
175     clearTimer(timer1);
176     while (time1[timer1] < 15000)
177     {
178         if(time1[timer1] < 300)
179             motor[motorD] = -20;
180         else if (time1[timer1] < 5000)
181             motor[motorD] = 20;
182         else
183             motor[motorD] = 0;
184
185         //saxvat
186         if(time1[timer1] < 300)
187             motor[motorC] = -20;
188         else if(time1[timer1] < 7000)
189             motor[motorC] = 20;
190         else
191             motor[motorC] = 0;
192
193
194         //oy
195         if(time1[timer1] < 300)
196             motor[motorB] = -20;
197         else if(time1[timer1] < 4000)
198             motor[motorB] = 0;
199         else if (time1[timer1] < 12000)
200             motor[motorB] = 20;
201         else
202             motor[motorB] = 0;
203
204         //ox
205         if(time1[timer1] < 300)
206             motor[motorA] = 40;
207         else if(time1[timer1] < 4000)
208             motor[motorA] = 0;
209         else if (SensorValue[S1] == 0)
210         {
211             motor[motorA] = -30;
212         }
213         else
214         {
215             motor[motorA] = 0;
216         }
217     }
218
219     nMotorEncoder[motorA] = 0;
220     nMotorEncoder[motorB] = 0;
221     nMotorEncoder[motorC] = 0;
222     nMotorEncoder[motorD] = 0;
223     delay(1000);
224     zahvat(false);
225     playSound(soundBlip);
226
227 }
228
```

Рис. 9 Функция калибровки

```
229 int colorDetect(int sensor)
230 {
231     int red, blue, green;
232     int col = 0;
233
234     getColorRGB(sensor, red, green, blue);
235     if (red / (blue + green + 1) > 1.6) col = 1;
236     else if ((blue + green + 1) / (red + 1) > 6) col = 2;
237     else if (green / (red + blue + 1) > 0.7) col = 3;
238     else if ((green + red) / (blue + 1) > 10 && red / (blue + green + 1) < 3) col = 4;
239     else if ((green + red) / (blue + 1) > 4 && red / (blue + green + 1) < 3) col = 5;
240     else if (green + red + blue < 5) col = 0;
241     else col = 0;
242
243     /*displayCenteredBigTextLine( 1 , "r: %d" , red);
244     displayCenteredBigTextLine( 3 , "g: %d" , green);
245     displayCenteredBigTextLine( 5 , "b: %d" , blue);*/
246
247     return col;
248 }
```

Рис.10 Функция распознавания цвета

```

switch(point)
{
case 11:
    position(910, -40);
    break;

case 12:
    position(1460, -40);
    break;

case 13:
    position(1995, -40);
    break;

case 21:
    position(910, -410);
    break;

case 22:
    position(1460, -410);
    break;

case 23:
    position(1995, -410);
    break;

case 31:
    position(910, -790);
    break;

case 32:
    position(1460, -790);
    break;

case 33:
    position(1995, - 790);
    break;
default:
    position(-7, - 40);
    playSound(soundBeepBeep);
    delay(100);
}

```

Рис. 11 Функция позиционирования робота по осям OX,OY

Чтение кода

Получателю отправляется код, распечатанный на бумаге в конверте с извещением в домашний почтовый ящик. Клиент приносит бланк с цветным кодом в почтовое отделение, кладёт его в специальную ячейку, чтобы датчики могли распознать задание. После данной процедуры получатель ждёт, когда посылка окажется в зоне выдачи.

1.5. Требования, которым должен удовлетворять прототип

Созданный прототип робота должен обладать:

- прочностью, надёжностью соединений узлов

- автономностью
- простотой в запуске программы
- возможностью модифицировать конструкцию и программу
- функциональным внешним видом

1.6. Исследование свойств материалов и способов соединения

Учебные наборы Lego Mindstorms имеются в школе в лаборатории робототехники. Они состоят из пластиковых деталей, датчиков различных видов, моторов, проводов.

Для соединения деталей прототипа используются стандартные, имеющиеся в наборах крепления. Все соединения проверяются на прочность. Для большей прочности крепления деталей в отдельных местах может использоваться изолента. Все провода и выступающие детали дополнительно закрепляются. Для создания дистрибутивного шкафа была использована фанера (4 и 6 мм).

Глава 2. Технологическая часть

КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЭТАП

2.1. Техническая документация

2.1.1 Подбор инструментов и оборудования

Для реализации прототипа был выбран образовательный конструктор LEGO Education Mindstorms EV3. Образовательный набор отличается достаточным количеством основных и крепежных элементов, имеет привлекательный дизайн, является универсальным для сборки различных объектов и прототипов.

Для создания демонстрационного дистрибутивного шкафа потребуется фанера толщиной 4 и 6 мм, программное обеспечение КОМПАС-3D v19 для создания электронного чертежа, лазерный станок для резки фанеры с ЧПУ.

Также требуются несколько демонстрационных грузов различной формы, выполненных из подручных материалов (бумага, ткань, пластик). Также созданы кодовые карточки из картона различного цвета, по которым робот ориентируется и отрабатывает ту или иную программу действий, вынимая груз из нужных ячеек.

2.2. Техническая дизайн-спецификация

Таблица 2

Техническая дизайн-спецификация робота

Критерии	Спецификация
Наименование изделия	Прототип роботизированного устройства для безопасной бесконтактной выдачи почтовых отправок в отделениях связи
Для кого предназначено	Для инженеров-разработчиков, для всех, интересующихся данной проблемой

Функциональное назначение	Проверка работы прототипа в заданных условиях с целью оценки выбранного технического и программного решения
На удовлетворение каких потребностей направлено	Создание универсального устройства (прототипа), которое будет автономно управляться и моделировать функции сотрудника почтового отделения
Из какого материала	Прототип: Пластик, металл, фанера
Какие дополнительные материалы используются	Набор проводов, датчики, аккумуляторная батарея, светодиоды, металлические крепления Дистрибутивный шкаф: фанера, клей для дерева, металлические направляющие Грузы («посылки»): пластик
Инструменты и приспособления	Электромеханический конструктор LEGO Education Mindstorms, Ноутбук с программным обеспечением для ROBOTC
Внешний вид	

Сложность изготовления	<p>Конструирование – средняя</p> <p>Программирование</p> <p>– для прототипа – в программной среде ROBOTC</p> <p>- для дистрибутивного шкафа – ПО КОМПАС-3D v19</p>
Какие требования охраны труда необходимо соблюдать при изготовлении	<p>Аккуратность при работе с программным блоком и в работе с проводами. Ограничения: нельзя ронять, мочить, разбирать, в работе с проводами - нельзя мочить, чрезмерно натягивать, неправильно соединять</p>
Ориентировочная стоимость	<p>Набор «Электромеханический конструктор LEGO Education Mindstorms EV3 Образовательный набор 45544» за 29500 рублей</p> <p>Фанера 4/4 ФК 1525х1525х 4 мм НШ (влагостойкая) – 350 руб. за лист</p> <p>Металлические крепления – 375 рублей</p> <p>Общая: 30225 рублей</p>

2.3 Технологическая карта изделия

Таблица 3

Технологическая карта изготовления прототипа

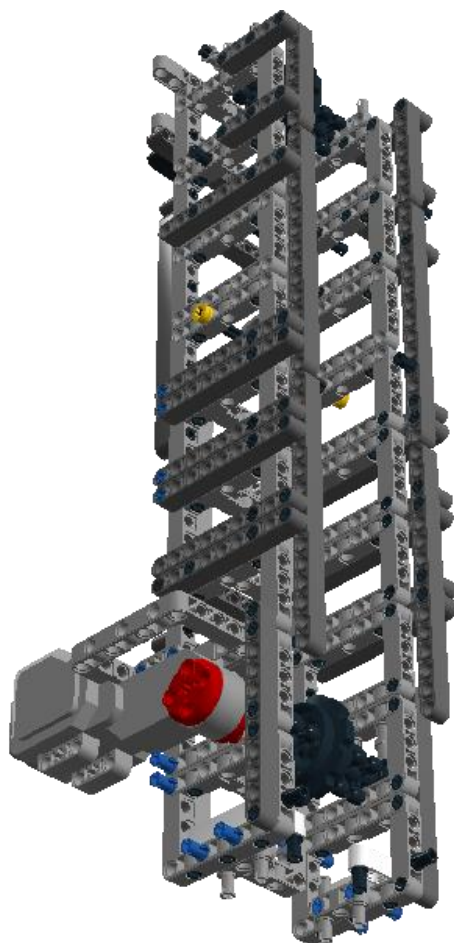


Рис. 12 Изображение конструкции для передвижения манипулятора

1 x		4297210 RIM WIDE W CROSS 30x20 - Medium Stone Grey	2 x		4582792 Sprocket, ø40,7 - Black	1 x		6057952 MS 2013 ENGINE - White,Bright Red,Medium Stone Grey
4 x		4210686 TECHNIC 5M BEAM - Dark Stone Grey	2 x		4495931 TECHNIC 7M BEAM - Dark Stone Grey	17 x		4645730 TECHNIC 9M BEAM - Dark Stone Grey
2 x		4552347 T-BEAM 3X3 W/HOLE Ø4.8 - Black	3 x		4210755 TECHNIC 11M BEAM - Dark Stone Grey	6 x		4542576 TECHNIC 15M BEAM - Dark Stone Grey
2 x		4585040 TECHNIC ANG. BEAM 3X5 90 DEG. - White	3 x		4239601 1/2 BUSH - Bright Yellow	124 x		4121715 CONNECTOR PEG W. FRICTION - Black
10 x		4211622 BUSH FOR CROSS AXLE - Medium Stone Grey	18 x		4514553 CONNECTOR PEG W. FRICTION 3M - Bright Blue	4 x		6083620 CROSS AXLE 4M WITH END STOP - Dark Stone Grey
2 x		4121667 DOUBLE CROSS BLOCK - Black	1 x		373726 CROSS AXLE 10M - Black	2 x		370826 CROSS AXLE 12M - Black
4 x		4225033 BEAM 3 M. W/4 SNAPS - Medium Stone Grey	22 x		4539880 BEAM FRAME 5X7 Ø 4.85 - Medium Stone Grey	1 x		4540797 BEAM H. FRAME 5X11 Ø4.85 - Medium Stone Grey

Рис. 13Необходимые детали для конструкции на рис.

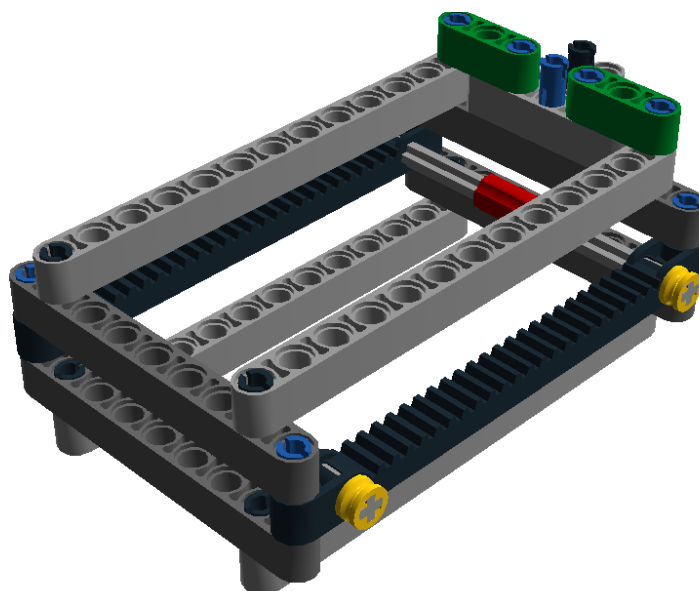


Рис.14 Конструкция с реечной передачей, для перемещения захвата
вглубь ячейки

2 x		6007973 TECHNIC 3M BEAM - Dark Green	4 x		4645730 TECHNIC 9M BEAM - Dark Stone Grey	4 x		4522934 TECHNIC 13M BEAM - Medium Stone Grey
2 x		4211653 TRIANGLE - Medium Stone Grey	4 x		4239601 1/2 BUSH - Bright Yellow	7 x		4121715 CONNECTOR PEG W. FRICTION - Black
9 x		4514553 CONNECTOR PEG W. FRICTION 3M - Bright Blue	2 x		4513174 CROSS AXLE, EXTENSION, 2M - Bright Red	4 x		4211639 CROSS AXLE 5M - Medium Stone Grey
2 x		4540906 RACK 13 M - Black						

Рис.15 Необходимые детали для конструкции на рис.

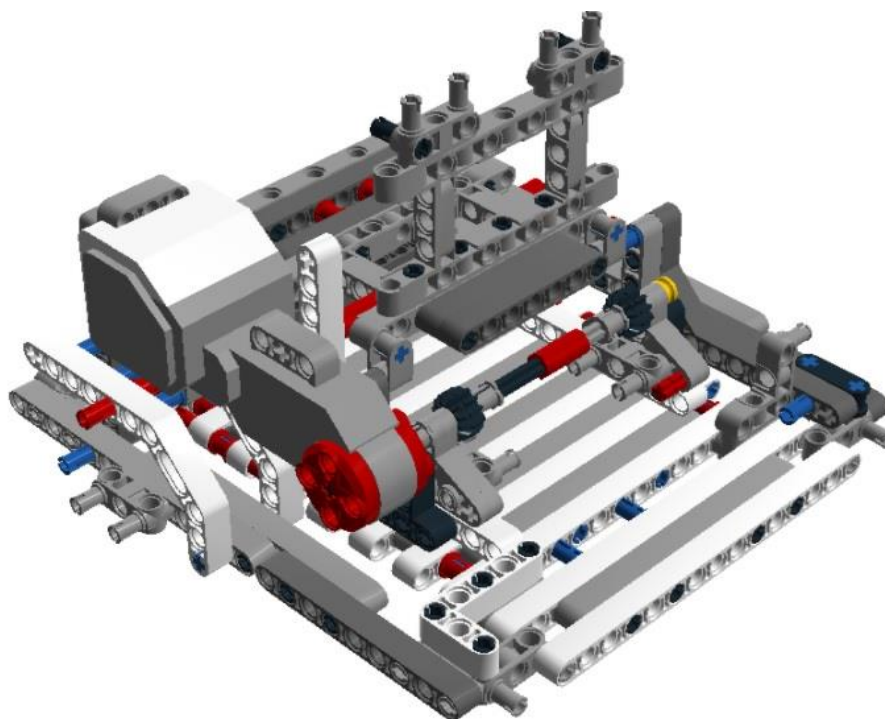


Рис. 16 Конструкция с реечной передачей, для перемещения захвата вглубь ячейки



1 x		MS 2013 ENGINE - 6057952 White,Bright Red,Medium Stone Grey	1 x		4153718 TECHNIC 3M BEAM - Bright Red	2 x		4210886 TECHNIC 5M BEAM - Dark Stone Grey
1 x		4211651 TECHNIC 5M BEAM - Medium Stone Grey	3 x		4495931 TECHNIC 7M BEAM - Dark Stone Grey	6 x		4495930 TECHNIC 7M BEAM - Medium Stone Grey
4 x		4141270 TECHNIC ANG. BEAM 4X2 90 DEG - Bright Red	4 x		4646730 TECHNIC 9M BEAM - Dark Stone Grey	2 x		4211886 TECHNIC 9M BEAM - Medium Stone Grey
2 x		4552347 T-BEAM 3X3 W/HOLE Ø4.8 - Black	2 x		4210755 TECHNIC 11M BEAM - Dark Stone Grey	6 x		4611705 TECHNIC 11M BEAM - Medium Stone Grey
6 x		4522934 TECHNIC 13M BEAM - Medium Stone Grey	1 x		4297203 TECHNIC 13M BEAM - Light Stone Grey	13 x		4542578 TECHNIC 15M BEAM - White
3 x		4585040 TECHNIC ANG. BEAM 3X5 90 DEG. - White	1 x		4210868 DOUBLE ANGULAR BEAM 3X7 45° - Dark Stone Grey	3 x		4495412 DOUBLE ANGULAR BEAM 3X7 45° - White
4 x		4211653 TRIANGLE - Medium Stone Grey	1 x		4239601 1/2 BUSH - Bright Yellow	2 x		4142885 2M CROSS AXLE W. GROOVE - Bright Red
97 x		4121715 CONNECTOR PEG W. FRICTION - Black	3 x		4211622 BUSH FOR CROSS AXLE - Medium Stone Grey	25 x		4206482 CONN.BUSH W./FRIC./CROSSALE - Bright Blue
37 x		4514553 CONNECTOR PEG W. FRICTION 3M - Bright Blue	2 x		4513174 CROSS AXLE, EXTENSION, 2M - Bright Red	1 x		4211639 CROSS AXLE 5M - Medium Stone Grey
2 x		4211775 CROSS BLOCK 90° - Medium Stone Grey	16 x		4140806 2M FRIC. SNAP W/CROSS HOLE - Bright Red	1 x		4121667 DOUBLE CROSS BLOCK - Black
1 x		373726 CROSS AXLE 10M - Black	7 x		4225033 BEAM 3 M. W/4 SNAPS - Medium Stone Grey	7 x		4296059 Angular beam 90deg. w.4 snaps - Medium Stone Grey
3 x		4540797 BEAM H. FRAME 5X11 Ø4.85 - Medium Stone Grey	2 x		4177431 DOUBLE CONICAL WHEEL Z12 1M - Black			

Рис. 17 Необходимые детали для конструкции на рис.

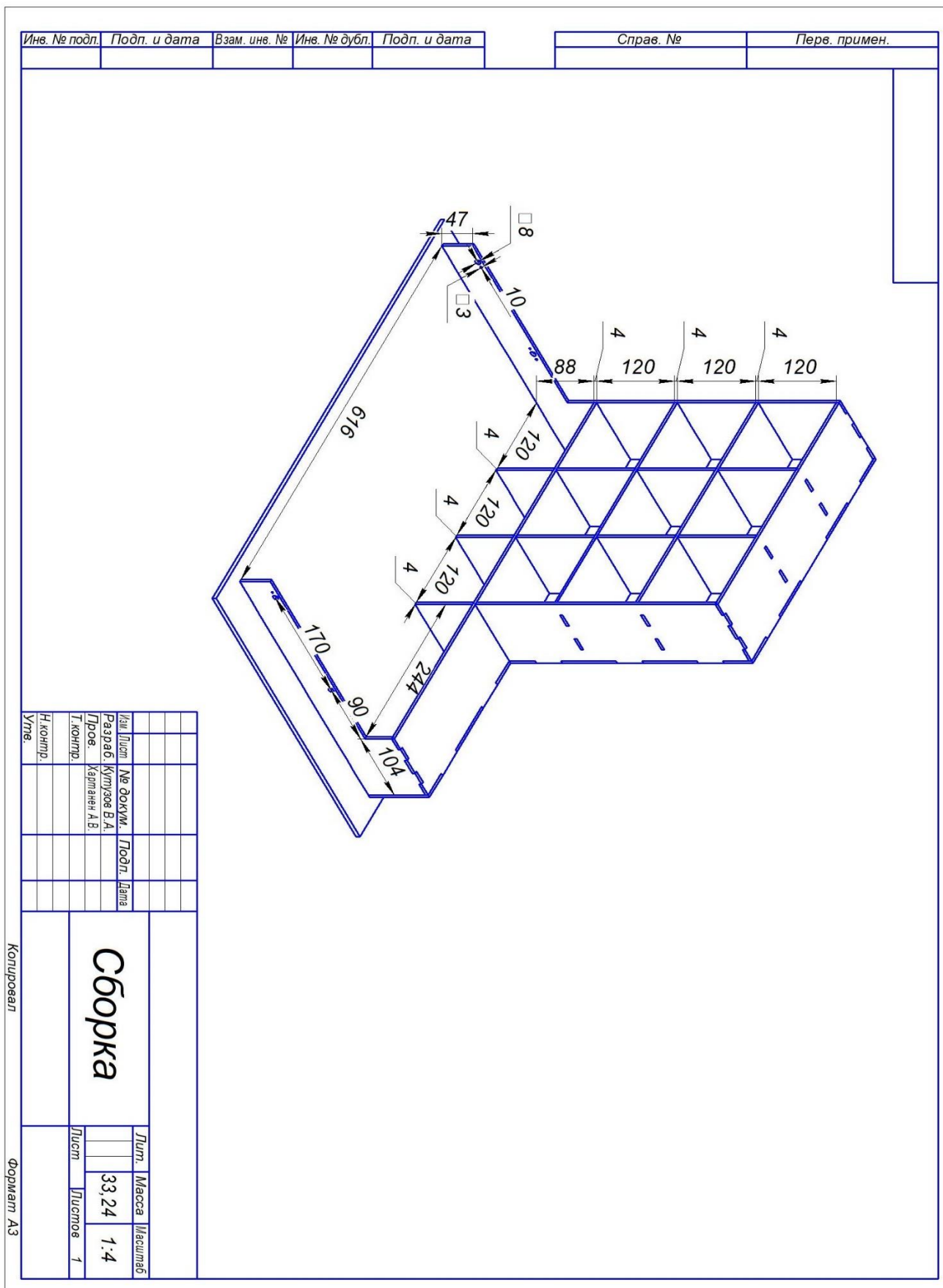


Рис.18 Чертеж дистрибутивного шкафа

Глава 3. Эколого-экономическая часть

Практическая значимость робота (при промышленной реализации)

Преимущества в работе

- Безопасное обслуживание бесконтактным способом, что значительно сокращает риск передачи вирусов и опасных бактерий
- Быстро и без перерывов в течение всего времени работы аккумуляторных батарей
- Оптимизация процесса сортировки посылок по ячейкам осуществляется с помощью алгоритма поиска ближайшей свободной ячейки.
- Робот снижает влияние человеческого фактора в работе почтового отделения (болезнь сотрудников, усталость, напряженность, эмоциональное выгорание)
- Робот снижает вероятность ошибок при обслуживании
- С помощью робота контакты людей на линии выдачи почтовых отправлений могут быть минимизированы или сведены к нулю
- Учитывая то, что в наши дни люди подвергаются серьезной опасности вирусного заражения, использование роботов оправдано везде, где это возможно для того, чтобы уберечь человека от прямых контактов.

3.1 Экономический расчет

Таблица 4

Стоимость материальных затрат на изготовление прототипа

№ п/ п	Наименование	Цена за единицу (руб.)	Расход	Всего (руб.)
1	Набор «Электромеханический конструктор LEGO Education Mindstorms EV3 Образовательный набор 45544»	29500 руб	1	29500 руб
2	Фанера 4/4 ФК 1525х1525х 4 мм НШ (влагостойкая)	350 руб	1 лист	350 руб.
3	Металлические крепления	375 руб	набор	375 руб
4	Трудозатраты	Средняя зарплата по региону в 2020 году = 51684 руб. 1 час = 293,6 руб.	40 часов в месяц, 5 месяцев	58720 руб.
	Проект рекламной листовки	Разработан самостоятельно		Бесплатно
	ИТОГО:	88945 руб		

3.2. Экологическая оценка

Природосбережение

- Робот не выделяет CO₂, он использует электрическую энергию (аккумуляторы)
- Робот существенно снижает риски заражения посетителей и сотрудников почтовых отделений в эпидемиологически неблагоприятный период.
- Используемые наборы LEGO Education Mindstorms EV3 Образовательный набор 45544 предназначены для детского творчества, для использования в детских образовательных учреждениях. Пластик, оплетки проводов, другие элементы не токсичны. Наборы имеют все необходимые лицензии и сертификаты. Аккумуляторы имеют возможность многократной подзарядки и являются приборами долговременного использования. После окончания срока работы утилизируются в соответствии с требованиями к утилизации аккумуляторов батарей. В данном случае, могут быть сданы в рамках экологической акции по сбору батареек и аккумуляторов.
- Фанера, используемая для изготовления дистрибутивного шкафа, не токсична, в процессе работы робота не наносит вред окружающей среде.

4. Заключительная часть

4. Оценка проекта

4.1. Самооценка

В процессе работы над проектом я овладел такими навыками как: программирование в среде ROBOTC, моделирование 2D и 3D объектов в программе КОМПАС-3D v19, моделирование в программе Lego Digital Designer (LDD).

Как проект может быть улучшен?

В будущем планируется доработать проект, заменив датчики цвета на сканер штрих-кодов. Это позволит удешевить печать бланков, так как можно будет использовать черно-белую печать.

Также планируется перевести всю программную часть с контроллера Ev3 на Arduino Mega. Переход осуществляется для самообразования, а также для увеличения возможностей робота.

Планируется научиться работать в программах 3D моделирования, чтобы создать кубики (посылки).

4.4 Рекламное предложение

**Это я раньше почему такой
вредный был?**



**Потому что у меня работа-
помощника не было!**

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ и ССЫЛКИ

1. Г.Н. Татко, О.В. Будникова, Г.В. Пичугина Творческий проект по технологии (написание, оформление пояснительной записки и защита творческих работ учащимися общеобразовательных организаций). Методические рекомендации. М.: ИИУ МГОУ, 2017.
2. Филиппов С.А. Робототехника для детей и родителей. – СПб: Наука, 2013.
3. Хотунцев Ю.Л., Шмелев В.Е., Заенчик В.М. Учебное и творческое проектирование по технологии: теоретические основы и практические рекомендации учителям и обучающимся. М., Изд-во «Прометей», 2015.
4. <http://docs.cntd.ru/document/gost-7-32-2001-sibid> ГОСТ 7.32-2001 СИБИБД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления (с Изменением N 1), введен 2002-07-01 (ссылка верна на 11.11.2020)
5. http://www.science-bsea.bgita.ru/2016/mashin_2016_23/kolesnikov_proto.htm Прототипирование при проектировании новых изделий машиностроения. Колесников П.Г., Пешков А.А. (Сибирский государственный технологический университет, г. Красноярск, РФ). Моисеев Г.Д., Прусс Б.Н. (Брянский государственный инженерно-технологический университет, г. Брянск, РФ) (ссылка верна на 11.11.2020)
6. <http://robotrends.ru/robopedia/ulichnye-roboty-kurery> Robotrends Алексей Бойко. «Уличные роботы-курьеры. Логистика и роботы» (ссылка верна на 11.11.2020)
7. <https://www.cleverence.ru/articles/elektronnaya-kommertsiya/что-такое-постаматы-и-как-ими-пользоваться-poshagovaya-instruktsiya-i-pravila-polzovaniya-kak-zabrat/> «Что такое постаматы и как ими пользоваться» (ссылка верна на 11.11.2020)
8. <https://vc.ru/tech/113533-istoriya-pnevmapochty-kto-i-pochemu-ispolzuet-ee-v-21-veke> История пневмопочты: кто и почему использует ее в 21 веке (ссылка верна на 11.11.2020)
9. <http://edurobots.ru/2020/07/yandex-dostavit/> Робот-курьер Яндекс.Ровер прошел испытания на улицах Москвы (ссылка верна на 11.11.2020)

10. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Прототип> - О прототипе и прототипировании (ссылка верна на 11.11.2020)
11. <http://wiki.robotgeeks.ru/> Wiki RobotGeeks. Урок 3. Исследование проходимости роботов (ссылка верна на 11.11.2020)
12. www.pochta.ru/ - Официальный сайт федерального почтового оператора Почта России (ссылка верна на 11.11.2020)

Приложение 1. Рецензии

«Данное изделие представляет собой прототип робота, выдающего почтовые отправления клиентам прямого контакта с ними. Работа над данным проектом производилась по согласованному плану, с соблюдением всех необходимых процедур, поэтапно. Цель проекта достигнута: робот демонстрирует нам реальные возможности робота. Хочется отметить тщательность в работе, системный подход при выборе вариантов конструкции, постоянное взаимодействие с учителями»

Ларионец И.А.

Председатель МО учителей точных наук

ГБОУ гимназии №622 Выборгского района

«Идея подобного робота родилась как ответ на насущную проблему – пандемию коронавируса COVID-19. Внимание к этой теме, попытка решить возникшие трудности, исправить ситуацию – минимизировать контакты людей и передачу вируса воздушно-капельным или контактным путем через поверхности – вызывает уважение. Производство подобных машин позволило бы сэкономить человеческие ресурсы и уберечь здоровье миллионов людей – пользователей почтовых услуг в России.

Для реализации прототипа и демонстрации его работы был сконструирован дистрибутивный шкаф, что является по сути еще одним технологическим проектом. Всеволоду пришлось самостоятельно освоить программное обеспечение, выполнить электронный чертеж и с помощью педагогов выполнить резку на лазерном станке. Всеволод продемонстрировал творческий подход при работе над проектом и проявил настойчивость в достижении цели.

Отдельно хочется отметить экологическую составляющую данного проекта и его практическую значимость. Реализованный прототип позволяет увидеть все действия робота, проверить его в условиях, близких к реальным».

Гаус И.В., учитель информатики ГБОУ гимназии №622

Выборгского района Санкт-Петербурга

Приложение 2

ТЕРМИНЫ

Прототип (в инженерии) - работающая модель, опытный образец устройства или детали в дизайне, конструировании, моделировании.

Дизайн-спецификация – перечень критериев (характеристик), которым должно соответствовать изделие, чтобы удовлетворить потребности пользователя.

Морфологический анализ (метод морфологического анализа) — метод решения задач, основанный на подборе возможных решений для отдельных частей задачи (так называемых морфологических признаков, характеризующих устройство) и последующем систематизированном получении их сочетаний (комбинировании).

Приложение 3

Паспорт робота

1. Наименование: «Безопасная почта» - прототип робота для бесконтактной выдачи почтовых отправлений
2. Габариты (мм): 310x200x500
3. Краткое описание: робот для бесконтактной выдачи почтовых отправлений, собранный из деталей конструктора «LEGO Mindstorms EV3»
4. Возможная область применения:
 - Прототип для создания полноценного робота для бесконтактной выдачи почтовых отправлений (актуально в условиях эпидемиологически неблагоприятной обстановки).
 - Пример модели при обучении школьников конструированию и программированию с помощью конструктора «LEGO EV3»;
5. Оценочная стоимость в рублях: 88945 руб
6. Год создания: 2020-2021 г.
7. Фамилия, имя, отчество автора: Кутузов Всеволод Александрович, 15 лет
8. Место учебы (объединение, класс, курс): ГБОУ гимназия №622 Выборгского района Санкт-Петербурга
9. Фамилия, имя, отчество руководителя, должность, постоянное место работы:
Алексеев Денис Александрович, ПДО ПФМЛ №239 Санкт-Петербурга.
Гаус Ирина Васильевна, учитель информатики ГБОУ гимназия №622 Выборгского района Санкт-Петербурга.

