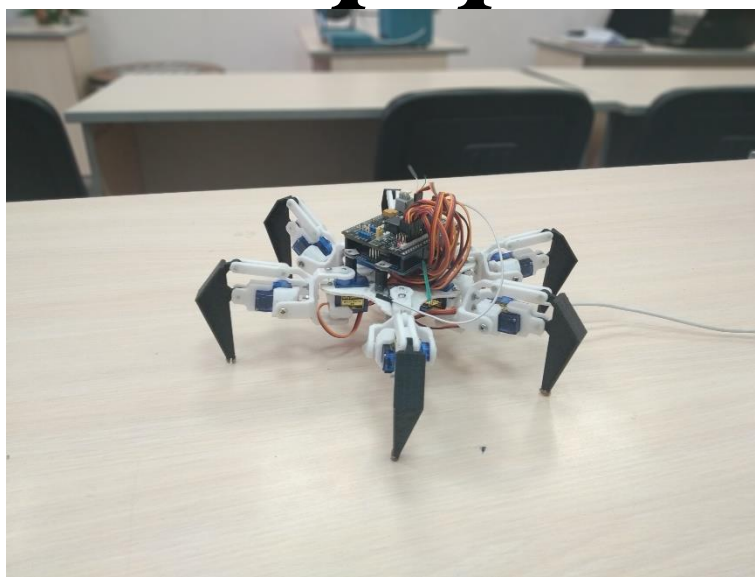


Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение
города Калининграда МАОУ лицей

ПРОЕКТ

«Подвижная робот- платформа»



Разделы технологии:

Аддитивные технологии, 3D моделирование, робототехника, электроника

Разработали:

Ученики МАОУ лицея

8 класс Серафим Ч,

11 класс Иван С

Руководитель проекта:

Учитель технологии МАОУ лицея

Гнатюк Ирина Владимировна

г. Калининград
2020г.

I. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП

АКТУАЛЬНОСТЬ, ОБОСНОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ, ТЕМА, ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

Актуальность. Многие современные ученые говорят о том, что в ближайшем будущем количество механических помощников будет неуклонно расти. Специалисты уже составляют списки профессий, в которых роботы вскоре заменят человека, повысив точность и скорость выполнения задач. Такие сотрудники не едят, не спят, не устают и без проблем справляются даже с самой монотонной работой, на которую человеку в будущем не придется тратить силы.

В учебных заведениях мира разработке и программированию «универсальных работников» посвящены целые образовательные программы. Учащиеся уже сейчас создают не только промышленных роботов, но и целые автоматизированные технические системы.

Современные программируемые роботы находят применение во всех сферах жизни человека: от космических исследований, военной разведки, охраны и медицины до бытовых и повседневных сфер, таких как логистика мелких грузов, уборка дома, уход за садом. Наибольший интерес имеют универсальные роботы, которые при желании легко модифицировать для самых разных сфер.

Обоснование проблемы.

Во многих странах на сегодняшний день на предприятиях и охраняемых объектах распространена проверка и обход периметра прилегающих территорий. Данные обходы происходят через определенные промежутки времени человеком, а постоянное видеонаблюдение осуществляется в определенных местах охраняемых объектов. Однако стационарное видеонаблюдение не дает полной картины происходящего по периметру объекта и вследствие чего не позволяет обеспечить полную безопасность.

Наиболее целесообразно при охране важных объектов использовать мобильные шагающие роботы, которые имеют ряд достоинств перед гусеничными или колесными роботами. Шагающие роботы должны беспрепятственно передвигаться на открытой местности. Также конструкция робота должна обеспечивать его высокую мобильность при сохранении стабильности передвижения.

В качестве такого робота можно использовать гексапод, представляющий собой конструкцию с шестью ногами. Данный робот перемещается по поверхности при помощи команд с пульта управления или по заранее проложенному маршруту. Подвижность ног обеспечивают сервоприводы, по два на каждую ногу – один на сгибание ноги, один на поворот гексапода. Энергообеспечение осуществляется с помощью аккумулятора.

Для использования гексапода для патрулирования местности необходима его модернизация. Гексапод способен нести на себе дополнительную полезную нагрузку, которая дает возможность использовать различные датчики и приспособления для увеличения его многофункциональности.

ТЕМА: ПОДВИЖНАЯ РОБОТ-ПЛАТФОРМА

ЦЕЛЬ:

На основе предыдущего проекта создание работоспособной самодвижущейся платформы для роботов различного спектра назначения (робота-охранника, сапёра, разведчика, спасателя, садовника, робота для исследования морского дна и др.)

Платформа должна иметь возможность дальнейшей модернизации для установки дополнительного оборудования

ЗАДАЧИ:

1. Провести анализ предыдущей модели робота с целью оптимизации конструкции
2. Перемоделировать и распечатать на 3D принтере детали нового каркаса.
3. Подобрать комплектующие для осуществления модернизации робота.
4. Собрать обновлённую модель робота
5. Провести модернизацию робота в соответствии с выбором одного из направлений работы.

СБОР ИНФОРМАЦИИ ПО ТЕМЕ ПРОЕКТА. АНАЛИЗ ПРОТОТИПОВ

ИНФОРМАЦИЯ О PLA-ПЛАСТИКЕ

PLA-пластик (полилактид, ПЛА) - является биоразлагаемым, биосовместимым, термопластичным алифатическим полиэфиром, структурная единица которого - молочная кислота $C_3H_6O_3$.

ПЛА-пластик производят из кукурузы или сахарного тростника.

Сырьем для получения служат также картофельный и кукурузный крахмал, соевый белок, крупа из клубней маниока, целлюлоза.

На сегодняшний день полилактид активно используется в качестве расходного материала для печати на 3D-принтерах.

Безопасность PLA-пластика

Натуральное природное сырьё в составе PLA-пластика позволяет без угрозы для здоровья человека применять его для различных целей.

При изготовлении PLA-пластика значительно сокращаются выбросы углекислого газа в атмосферу по сравнению с изготовлением «нефтяных» полимеров. На треть уменьшается использование ископаемых ресурсов, применение растворяющих веществ не требуется вообще.

Как правило, PLA-пластик поставляется в виде тонкой нити, которая намотана на катушку.

Преимущества PLA-пластика при 3D-печати

- нетоксичен;
- широкая цветовая палитра;
- при печати нет необходимости в нагретой платформе;
- размеры стабильны;
- идеален для движущихся частей и механических моделей;
- отличное скольжение деталей;



ИНФОРМАЦИЯ О PETG--ПЛАСТИКЕ

PETG-пластик (полиэтилентерефталат-гликоль) – модифицированная версия PET (полиэтилентерефталат), самого распространённого в мире пластика.



Свойства:

- PETG – термопласт, его можно многократно нагревать до температуры плавления (260°C).
- PETG гигроскопичен, нити из PETG следует хранить в прохладном, сухом месте и высушивать. Печать мокрым PETG может привести к гидролизу, что ухудшит его механические свойства.
- PETG является более эластичным, его легче согнуть, чем PLA. Он также менее жесткий, чем ABS, но ненамного.
- Изделия из PETG хорошо поддаются механической обработке, включая резку, сверление, гибку и полировку. PETG хорошо противостоит ударам, и сломать его труднее, чем PLA и ABS.
- У этого пластика более высокая адгезия (от лат. *adhaesio* — «прилипание», в физике — сцепление поверхностей) слоев при печати, что также улучшает его механическую прочность.
- PETG начинает размягчаться при 80°C, в то время как PLA при 70°C, а ABS при 105°C.

Этот пластик разрешено применять в изделиях, контактирующих с продуктами питания.

- PETG пропускает около 90% света, что делает его пригодным для печати прозрачных или полупрозрачных деталей. PETG не производит запаха при печати в отличие от ABS и PLA.

ИНФОРМАЦИЯ О РОБОТАХ

Мы стараемся отслеживать новые технологии, посещаем выставки технического творчества, другие выставки в Калининграде. Учимся моделировать, делать чертежи в программе «Компас 3D», учимся программировать и немного разбираемся в робототехнике. Поэтому нам захотелось сделать робота «с нуля» своими руками.



Исследуя варианты современных роботов, мы рассмотрели несколько вариантов шагающих роботов разного назначения, которые имеют интерес в нашей работе.

Первый из рассмотренных вариантов – сельскохозяйственный робот «Prospero». Данный робот применяется в сельском хозяйстве с целью посадки растений. Благодаря малым габаритам «Prospero» способен выполнять работу не повреждая уже проросшие растения (в отличие от роботов на гусеничном ходу). Таким образом главным преимуществом робота становится его малая площадь контакта с землёй, крайне важная в его работе.



Вторым рассмотренным вариантом стал робот «BigDog» от компании «Boston Dynamics». «BigDog» – робот, задуманный для помощи военным в разных климатических условиях. Его главным преимуществом должна была стать устойчивость, однако, для нас «BigDog» привнёс в проект идею помощи не только в быту, но и в военных целях.



Третьим рассмотренным проектом стал робот «SIL06» от компании «CSIC». Этот робот предназначен для разминирования минных полей. Его главной особенностью является возможность для точных движений робота, которые мы поставили как одну из задач при работе над роботом.

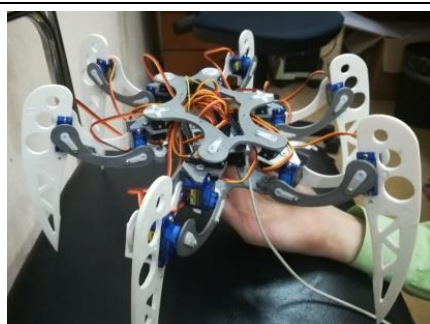
Следующим рассмотренным вариантом стал робот «LittleDog» от компании «Boston Dynamics». В отличие от «BigDog» «LittleDog» имеет меньшие габариты и иные цели. Его небольшие размеры позволяют ему проходить под некоторыми объектами, что мы и поставили первостепенной задачей нашего проекта. Также, «LittleDog» используется в быту, что мы также рассматриваем как одну из направленностей проекта.





В 2020 году стало известно о готовности робота-краба, предназначенного для исследований морского дна. Этот научный робот может ходить по морскому дну с помощью трех пар длинных ног, способных перемещать робота над небольшими препятствиями с высотой уступов до 10 см. Связь с роботом и управление им осуществляются с пульта ДУ, человеком на борту судна сопровождения. Связь идет по радио между ДУ и плавучим бумом, далее сигналы передаются на робота на дне по кабель-тросу. На робота может устанавливаться дополнительная полезная нагрузка, например, буры и манипуляторы. Робот-краб поможет исследовать морское дно.

На фото - наши роботы прошлых лет:



АНАЛИЗ ИДЕЙ. ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ИДЕИ.

Проанализировав имеющийся на рынке пластик для 3D печати, сравнив его с пластиком PLA, PETG, приходим к выводу, что наш выбор верный, т.к. имеет ряд преимуществ перед другими материалами. Поэтому мы в своём проекте остановились на этих материалах.

На основе проведённого анализа уже применяющихся роботов, наших роботов прошлых лет, мы пришли к выводу, что делаем робота, которого посредством модификации конструкции можно будет адаптировать под конкретные цели.

Также знание алгоритмов работы, доступности схем, позволят, меняя масштаб, размер и материал изготовления, ещё больше расширить сферы применения нашего робота

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ. ОПИСАНИЕ БУДУЩЕГО ИЗДЕЛИЯ.

Свою работу мы планируем выполнить с использованием современных технологий: технологии проектирования, моделирования в программе Компас V17, 18, 3D печати, программирования. Все эти технологии мы изучаем на уроках технологии. Всё сможем сделать самостоятельно.

Робот будет полностью разборным, автономным. В ноги вставим по 2 сервомотора micro servo SG90. Питание-Power Bank 5B, 2A

Будет состоять из:

1. Arduino UNO + Power shield (Для питания сервоприводов) + ультразвуковой дальномер
2. Распечатанные на 3D принтере пластиковые детали гексапода - 6 ног, 2DOF (DoF — степень свободы позы (degrees of freedom))

Робот должен иметь несколько режимов работы, должен уметь ходить в разных направлениях, бегать, должен уметь вращаться. Робот не должен бояться неровной поверхности, забираться и перешагивать через небольшие возвышения. Ходить по лестнице и преодолевать препятствия, забираться на препятствия, которые встретились ему на пути.

В нем будет располагаться ультразвуковой дальномер (датчик препятствий), с помощью которого наш робот будет видеть и обходить препятствия.

Уникальность нашей работы заключается в том, что здесь использованы многие технологии. Сейчас алгоритм ходьбы и поворота основан на том, что робот может одновременно оторвать от земли три ноги из шести. Ходьба робота представляет из себя поочередное передвижение «троек» ног. Его можно запрограммировать и по другим схемам.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БУДУЩЕГО ИЗДЕЛИЯ

Экономическое обоснование. Своё изделие мы предполагаем изготовить в учебном технологическом корпусе (УТК) лицея №18 используя имеющееся оборудование (три 3D принтера), программное обеспечение, инструменты, консультируясь с педагогом. Основные комплектующие имеются в УТК (пластик, сервоприводы, Ардуино), что намного снизит себестоимость нашего изделия. Себестоимость нашего изделия будет ниже рыночной стоимости.

На данном этапе разработки наш робот не имеет внешнего корпуса и декоративных элементов, так как подобные элементы будут мешать на дальнейших этапах разработки.

Экологическое обоснование. В своей работе мы будем соблюдать правила техники безопасности.

Материалы для печати приобретены в магазинах имеющих лицензию и сертификаты качества на свою продукцию. Поэтому материалы наши экологически

чистые. Аккумуляторная батарея многоразового действия, имеет высокий ресурс, а при выходе из строя подлежит стандартной утилизации.

Мы заботимся о своем здоровье и о здоровье окружающих нас людей.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЭТАП

Прежде чем приступить к изготовлению проекта, необходимо продумать технологию его изготовления, обеспечить эту работу необходимым материалом и инструментами

Инструменты, выбор материалов

Оборудование:

- ❖ 3D принтер
- ❖ Компьютер с установленным ПО «Компас 3D», Тинкеркад,
- ❖ Сервоприводы

Инструменты:

- ❖ Чертёжные инструменты,
- ❖ Штангенциркуль
- ❖ Шуруповёрт
- ❖ Плоскогубцы, узкогубцы
- ❖ Отвёртки (комплект)
- ❖ Электропаяльник

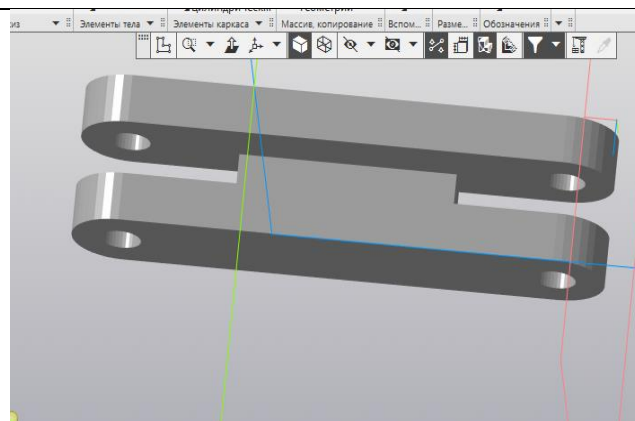
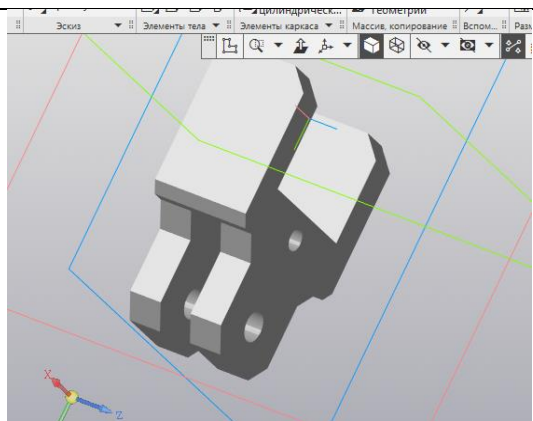
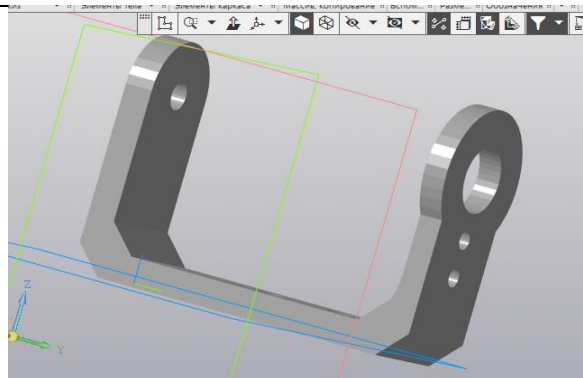
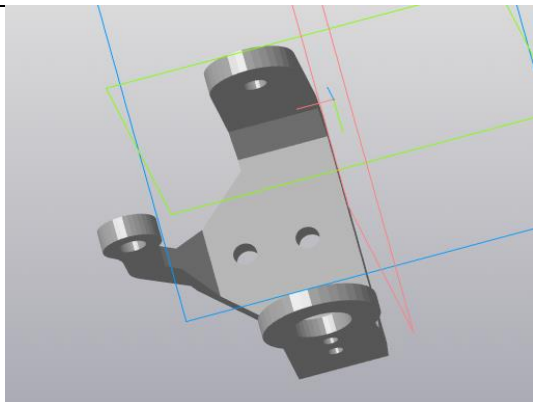
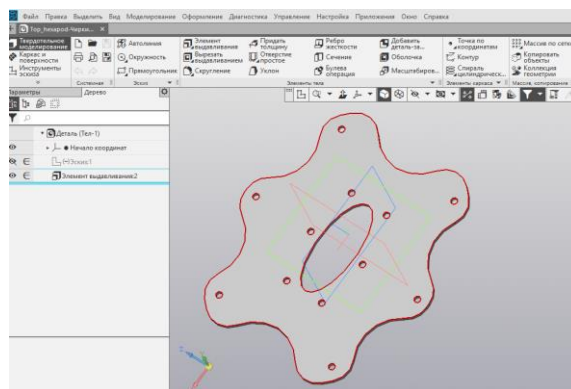
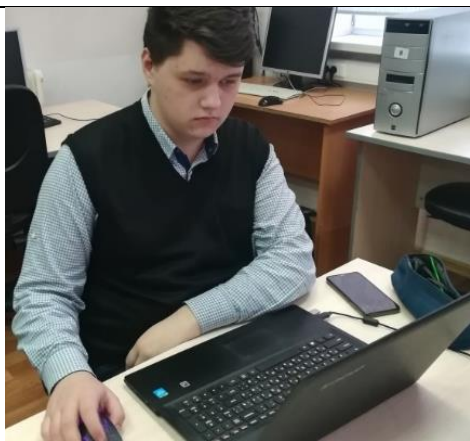
Материалы:

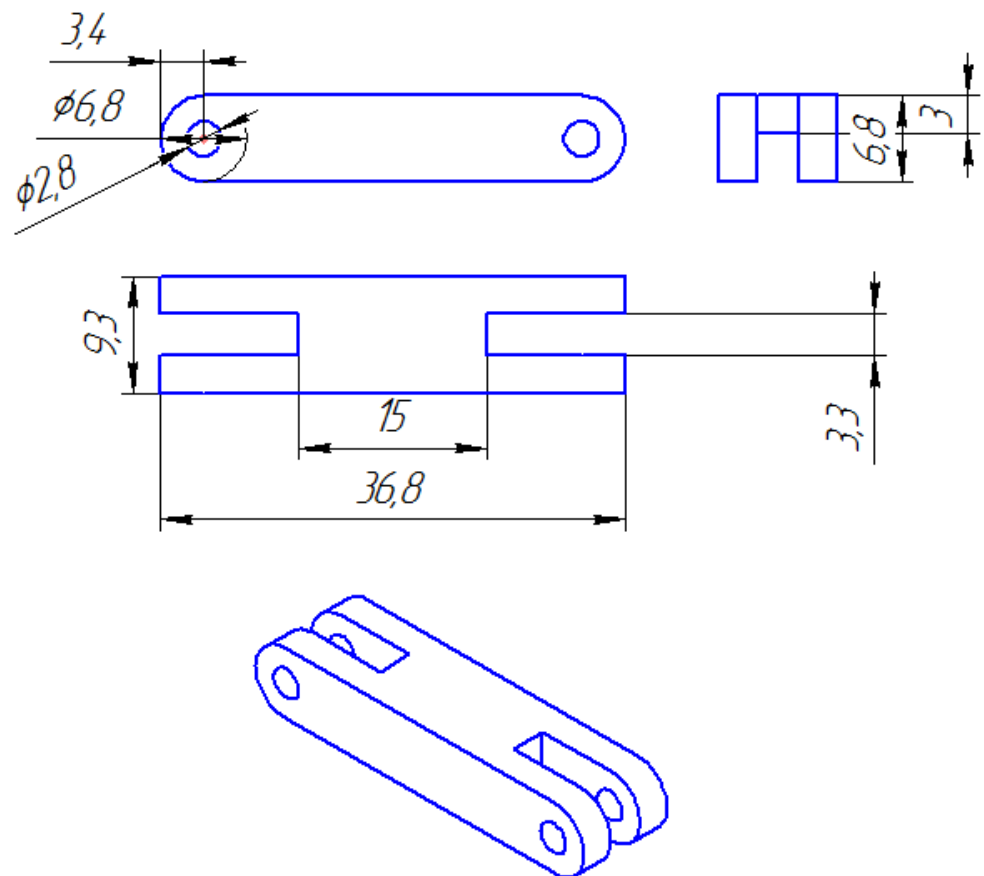
- ❖ Пластик PLA, PETG
- ❖ Припой, канифоль
- ❖ Винтовые пары M3, M2

ОПИСАНИЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РОБОТА. КОНСТРУКТОРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ.

1 этап: Обновление конструкции, моделирование в программе «Компас 3D» и печать основы робота на 3D принтере

А) Проектирование, моделирование



Перв. примен.	Деталь.нога.2			
Спроб. №				
Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Деталь.нога.2	
Инд. № подл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.
И.контр.	И.контр.	Утв.	Дата	Подп.
Деталь.нога.2			Лит.	Масса
Деталь.нога.2			0,01	Масштаб
Пластик PETG			Лист	Листов 1
Сломнюк И.В.				

Копировал

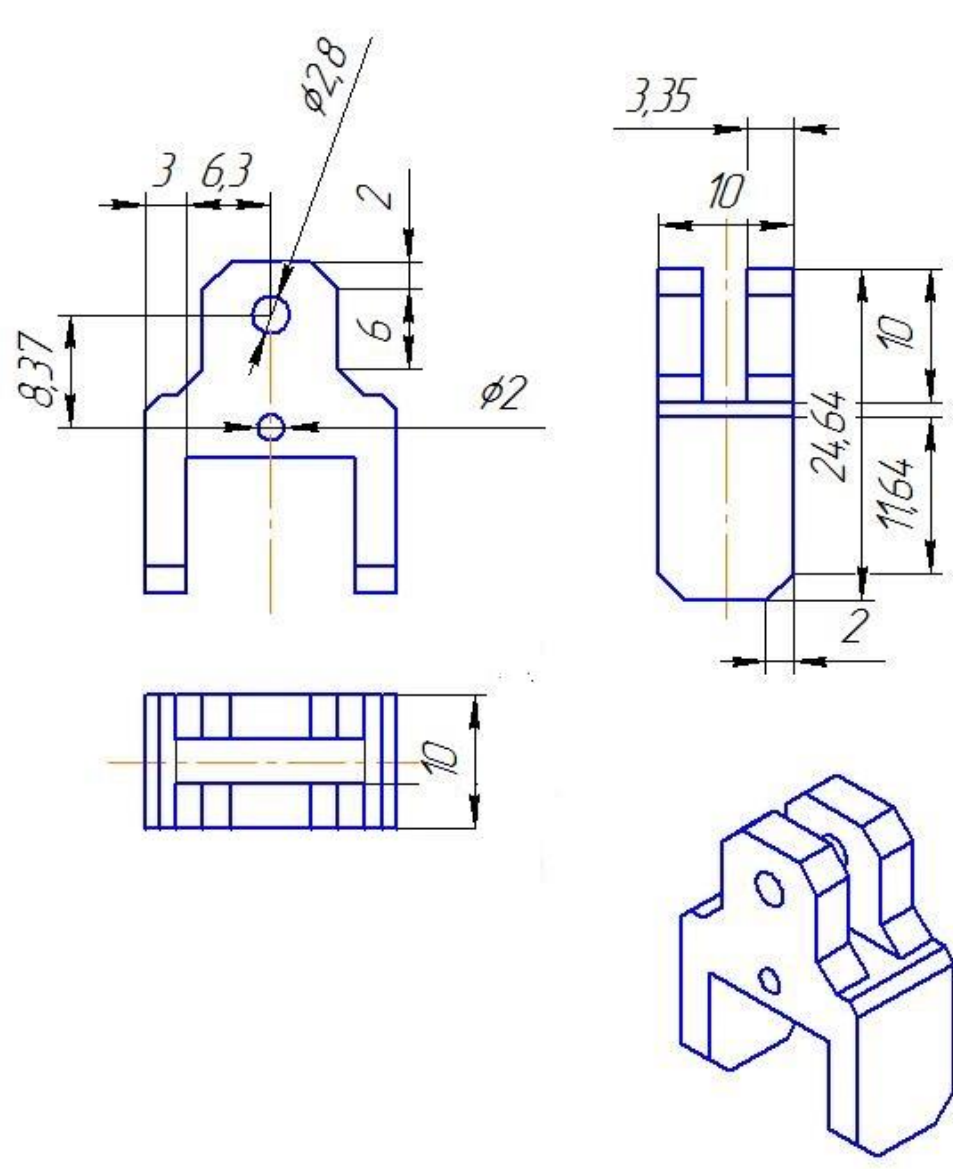
Формат А4

Лист №

Стор. №

Деталь.нога.3

Перв. примен.



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.				
Пров.				
Т.контр.				
И.контр.				
Утв.				

Деталь.нога.3

Лит.	Масса	Масштаб
	0,02	2.5:1
Лист	Листов	1

Пластик PETG

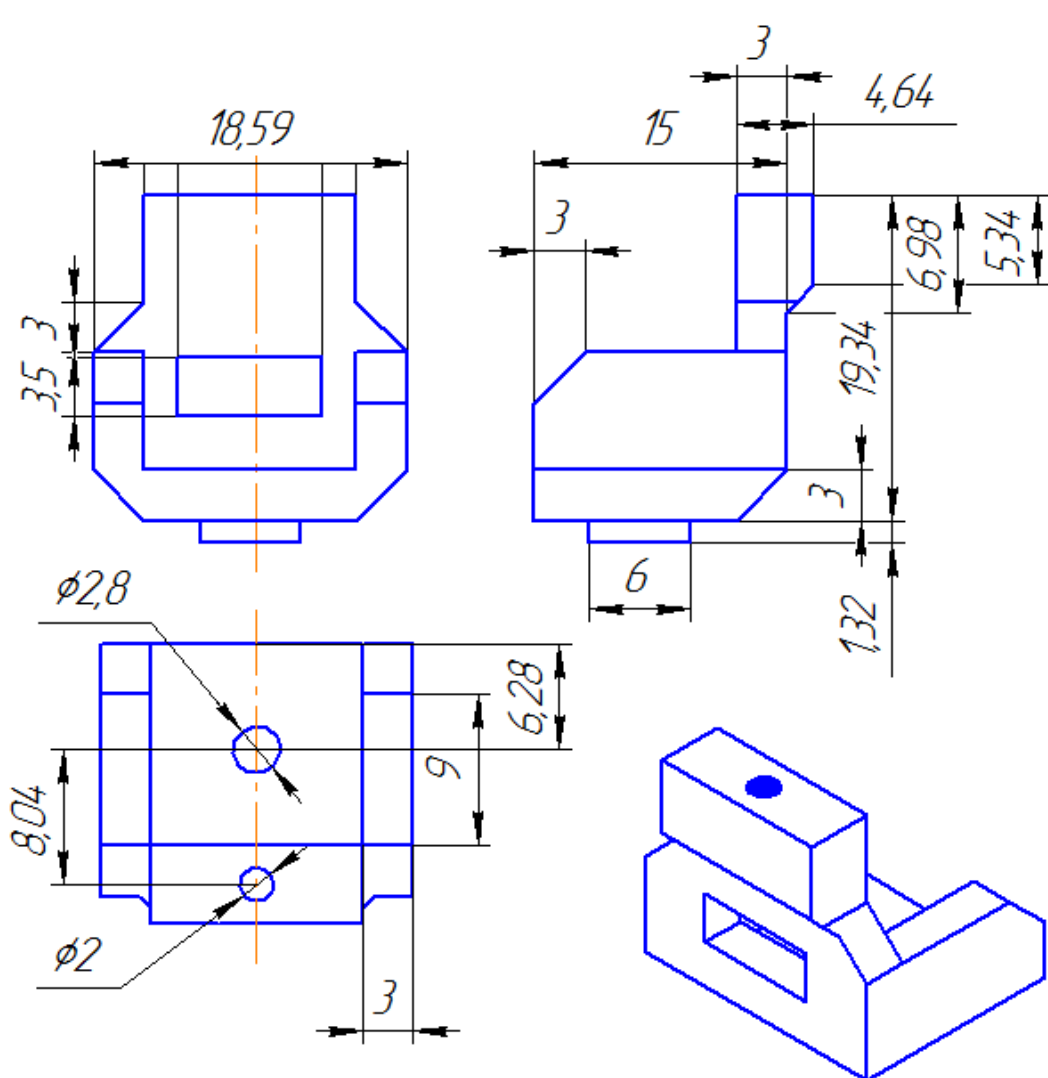
Сломнюк И.В.

Копировал

Формат А4

Перед. примен.		Справ. №		Подп. и дата		Изм. № докум.		Взам. инв. №		Подп. и дата		Изм. № подл.	

Деталь.нога.4



Деталь.нога.4				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.				
Пров.				
Т.контр.				
И.контр.				
Утв.				

Деталь.нога.4

Пластик PETG

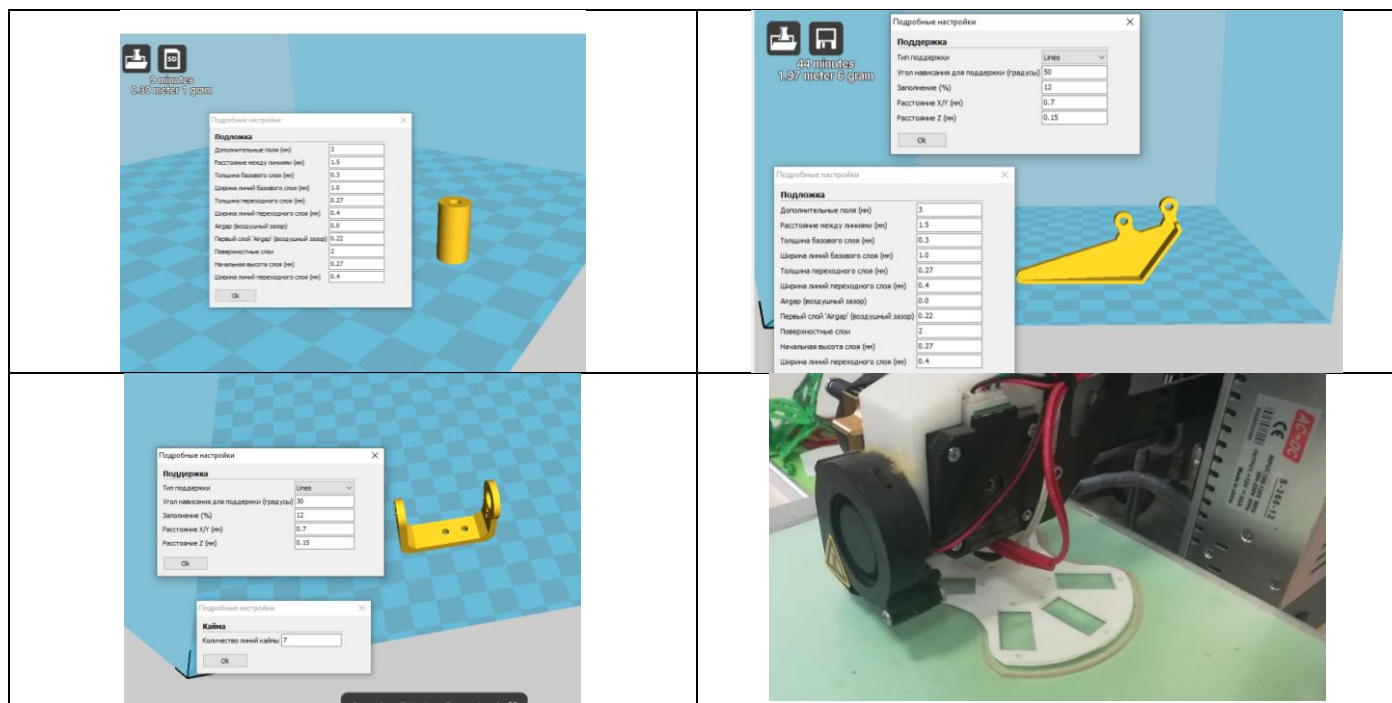
Лит.	Масса	Масштаб
	0,01	2.5:1
Лист	Листов	1

Сломнюк И.В.

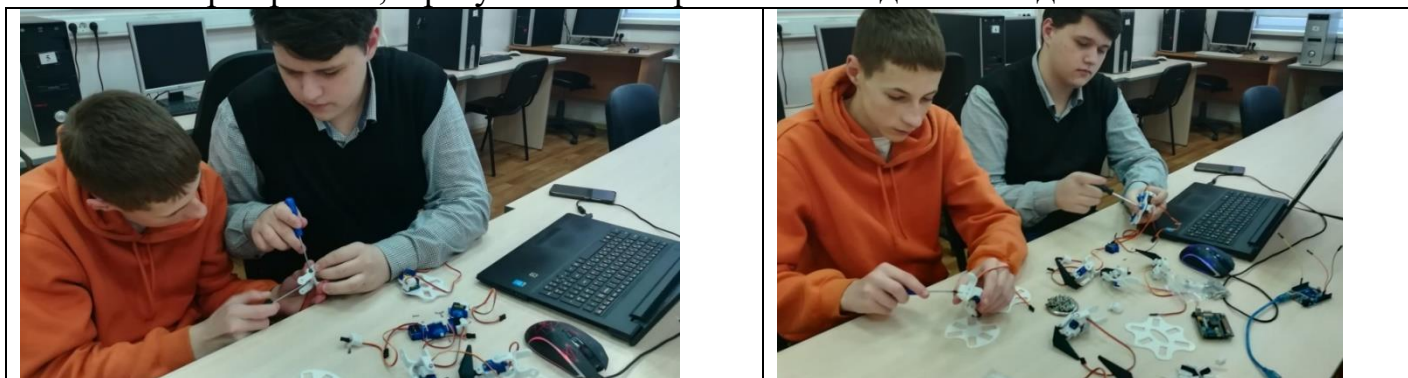
Копировал

Формат А4

Б) Через программу-слайсер «CURA» сохранение файлов в g-code с последующей печатью.



2 этап: Сборка робота, в результате которой была создана неподвижная основа



3 этап: Добавление основных рабочих элементов (плата Arduino Uno , сервомоторы SG90, батарея), окончательная сборка всех элементов и программирование робота.



```

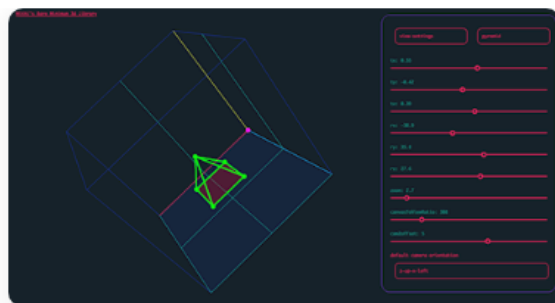
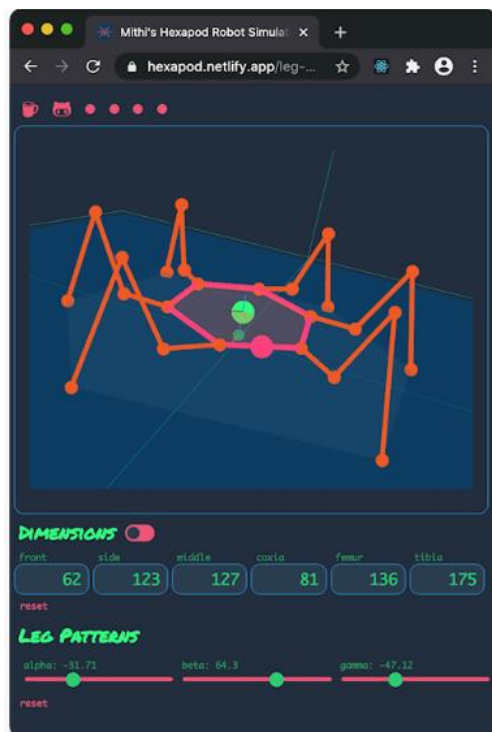
MultiServoSweep
-
h.attach(2);
j.attach(1);
k.attach(0);
}

void loop(void)
{
  if (digitalRead(10) == 0)
  {
    e.write(120);
    y.write(120);
    o.write(120);
    delay(250);
    delay(55);
    w.write(75);
    y.write(120);
    l.write(75);
    delay(55);
    e.write(55);
    y.write(120);
    o.write(55);
    delay(55);
  }
}

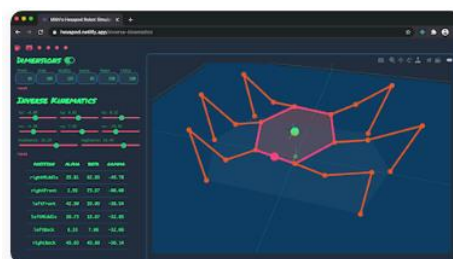
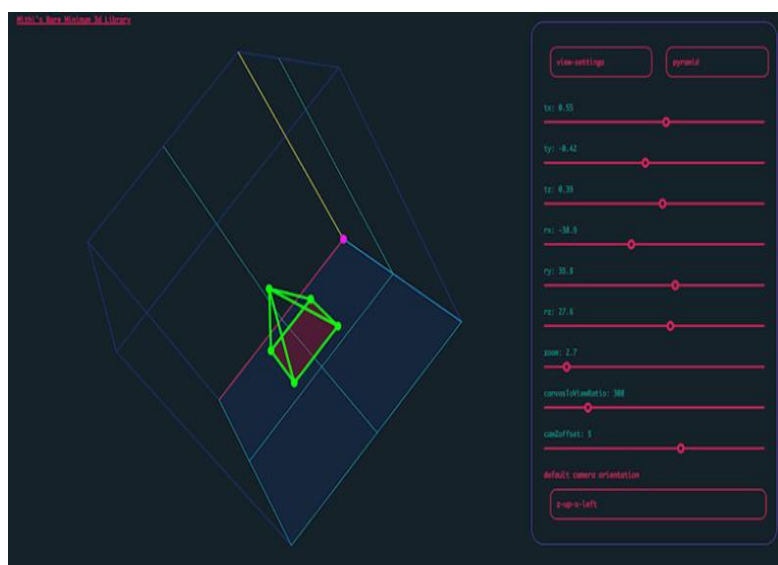
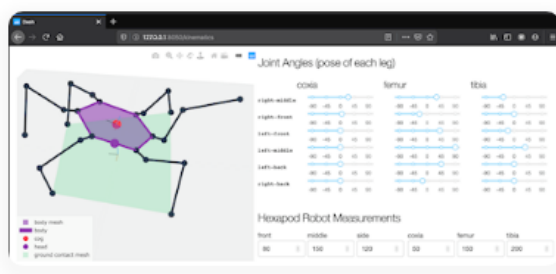
```

В нашем проекте при программировании мы использовали процесс известный как "инверсная кинематика". Кинематика — процесс вычисления позиции в пространстве для конца взаимосвязанной структуры при заданных углах поворота всех шарнирных точек. Данный процесс крайне полезен при робототехнике, т.к. позволяет рассчитать углы при программировании робота.

В своей работе использовали программу «Симулятор роботов Нехарод» на основе браузера (WIP), которая помогает понять принцип шагания робота, в написании программного кода для Ардуино.



An Extremely Lightweight 3d Rendering Engine



On the desktop



Передвижение шагающего робота

При первоначальном запуске робота после загрузки микроконтроллера выставляется начальное положение ног, т.е. сервоприводы, отвечающие за положение ног, переводятся в среднее положение. На рисунке 1 отображены расположение и назначение сервоприводов на момент окончания загрузки микроконтроллера. Здесь Сервоприводы с пометкой L1-L6 отвечают за движение ног вперед и назад. Сервоприводы с пометкой K1-K6 – сервоприводы, отвечающие за движение суставов вверх и вниз. После этого наступает пауза в несколько секунд перед началом непосредственно самого движения.

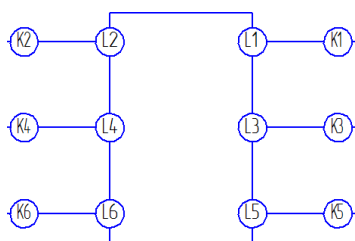


Рисунок 1 – Расположение и назначение сервоприводов

Подготовка к прямолинейному движению заключается в выстраивании ног в соответствии с заранее установленным алгоритмом. Заключается он в том, что у каждой ноги есть 2 крайних положения и 4 промежуточных. Прежде чем совершить шаг нога должна оказаться в крайнем заднем положении. Из условия, что мы начинаем движение с первой ноги (сервопривод с пометкой L1), первая нога соответственно должна оказаться в крайнем заднем положении. Предполагается, что ноги передвигаются в следующем порядке 1, 3, 5, 4, 2, 6. Из этого следует, что четвертая нога займет крайнее переднее положение, а оставшиеся 4 ноги займут промежуточные положения так как показано на рисунке 2.

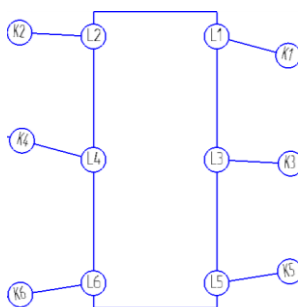


Рисунок 2 – Положение ног после окончания подготовки.

Передвижение ног происходит по три за раз, при этом сначала необходимое положение занимает первая и шестая нога, затем вторая и пятая, и в последнюю очередь третья и четвертая.

Варианты возможного расположения каждой из ног показаны на рисунке 3.

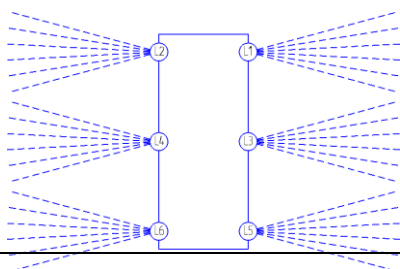


Рисунок 3 – Варианты возможного расположения каждой отдельной ноги.

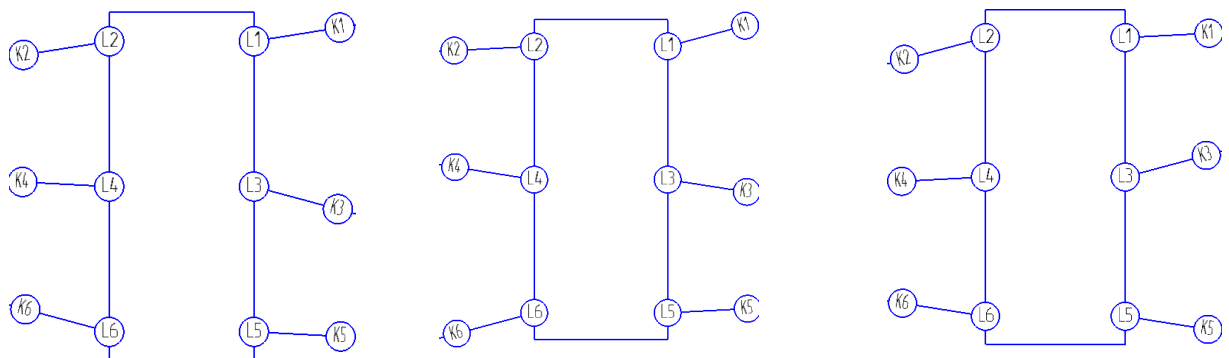
Как было сказано ранее прямолинейное движение начинается с совершения первой ногой одного шага. Один шаг можно разделить на 3 части:

1. Передвижение суставов двигаемой ноги из низкого положения в высокое.
2. Сдвиг передвигаемой ноги из крайнего заднего положение в переднее. Остальные 5 ног в это время так же сдвигаются из одного промежуточного состояния в следующее.
3. Суставы передвигаемой ноги переходят из высокого положения в низкое.

Во время непосредственного движения платформы нога, которая переставляется из крайнего заднего положения в крайнее переднее осуществляет сдвиг на 30° , в то время как остальные ноги сдвигаются на 6° назад относительно

своего предыдущего положения. Стоит отметить, что каждый раз, когда очередная нога совершает полный шаг из крайнего заднего положения в крайнее переднее, последующая за ней нога должна занимать крайнее заднее положение.

Расположение ног при завершении первого, второго, третьего, четвертого, пятого и шестого шагов соответственно продемонстрированы на



рисунках 4-9.

Рисунок 4 – положение ног по завершению первого шага.

Рисунок 5 – положение ног по завершению второго шага.

Рисунок 6– Положение ног по завершению третьего шага.

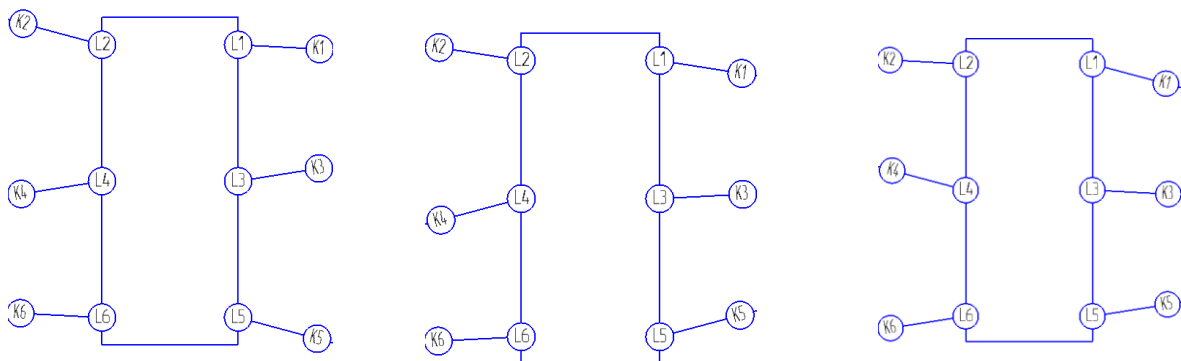


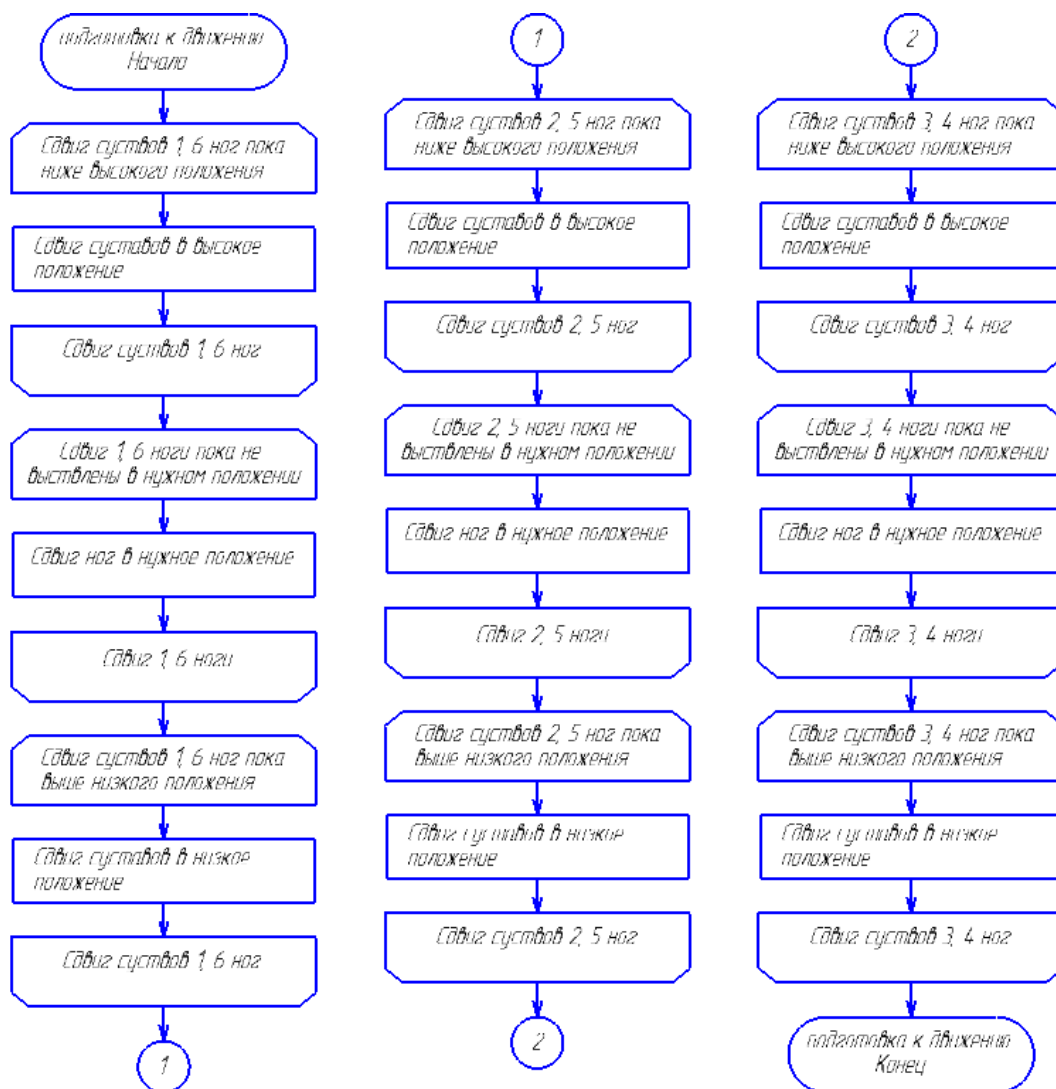
Рисунок 7 – Положение ног по завершению четвертого шага.

Рисунок 8 – Положение ног по завершению пятого шага.

Рисунок 9 – Положение ног по завершению шестого шага.

Как видно положение ног по завершению шестого шага соответствует тому как они были расположены по окончании подготовки к прямолинейному движению. Из этого можно сделать вывод, что такая последовательность является цикличной, и достаточной для движения прямо без дополнительных манипуляций и изменения положения ног, кроме описанных ранее.

Также ранее было описано, что перед началом движения производится опрос ультразвукового датчика с целью обнаружения препятствия. Однако данный опрос производится по завершению каждого шага. В связи с этим возникает несколько особенностей при обнаружении препятствий. Используя только лишь ультразвуковой датчик для обнаружения объектов преграждающих путь, мы не имеем возможности определить, что это именно: статическое препятствие (стена, стол, коробка и т.д.), попросту неспособное к самостоятельному передвижению, или же живое существо. На данном этапе проектирования робот будет оставаться на месте до тех пор, пока препятствие не исчезнет, либо пока его не перенесет оператор. Пример программы, позволяющей совершать простое прямолинейное движение без столкновений с препятствиями, приведен в приложение А. Блок схема алгоритма передвижения шагающего робота



3. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

Наше изделие изготовлено из PLA, PETG пластика. Пластик приобретен в магазине, который имеет сертификат качества.

Во время работы над изделием регулярно производилось проветривание, Соблюдались правила техники безопасности при работе за 3D принтером.

ЭСТЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

На наш взгляд изделие получилось аккуратным, эргономичным, эстетически привлекательным, малогабаритным. Робот будет функциональным.

ОПИСАНИЕ ОКОНЧАТЕЛЬНОГО ВАРИАНТА ИЗДЕЛИЯ

Робот получился такой, как и планировался. Надо дополнить его дополнительными модулями, инфракрасным датчиком движения. Промышленные склады имеют множество мёртвых зон для установленной системы видеонаблюдения. Робот с инфракрасным датчиком движения будет способен фиксировать нарушения режима работы, преступления и т.д.