

Университет Правительства Москвы

VII Конкурс исследовательских и проектных работ обучающихся образовательных организаций города Москвы и Московской области  
«Мегаполис XXI века – город для жизни» в 2022/2023 учебном году

Конкурсная работа

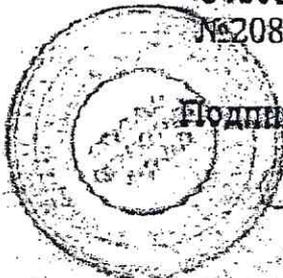
На тему: «Уличный эскалатор для людей с ограниченными возможностями здоровья»

Выполнена: учащимися 10Б класса ГБОУ  
Школа № 2083

Бирюковым Алексеем Андреевичем,  
Авиловым Никитой Александровичем

Научный руководитель работы: Юдицкая Ирина  
Михайловна, учитель физики

Ответственный за ОП «Родники» ГБОУ Школа  
№2083 Мурзина Наталья Ивановна



Москва

## Содержание

Введение.....	3
Основная часть.....	4
Решение проблем с инвалидностью в России.....	4
История эскалатора.....	4
История советского эскалатора.....	5
Электрические двигатели.....	5
Работа эскалатора.....	9
Практическая часть.....	10
Литература.....	11
Приложение.....	12

## **Введение**

**Актуальность:** всегда были люди, которые были ограничены в своих способностях, задача современного общества позаботится о таких людях. В наше время существуют пандусы, позволяющие подняться в здание. Наш проект расширяет этот способ облегчения жизни и позволяет подниматься в прогулочных зонах.

**Цель работы:** создать рабочий макет специального эскалатора для людей с ограниченными возможностями.

### **Задачи:**

1. Изучить литературу об устройстве эскалаторов.
2. Создать макет эскалатора.

**Объект исследования:** автоматизированные устройства.

**Предмет исследования:** Уличный эскалатор для людей с ограниченными возможностями.

### **Методы:**

1. Теоретический
2. Практический

### **Оборудование:**

1. Набор “Трик”
2. Набор “vex edr”
3. Фанера
4. Плата “Arduino uno”
5. Тех пластина
6. Картон

## **Основная часть**

### **Решение проблем с инвалидностью в России**

Во многих городах России предпринимаются меры для создания комфортной среды для инвалидов. Например, в Москве созданы маршруты городского транспорта с подъёмными устройствами для колясок, в Екатеринбурге, Воронеже и мн. др. городах — социальное такси.

Количество предприятий по разработке и производству оборудования для МГН с каждым годом растет. В РФ отлажено производство пандусов и подъемников для колясочников, для незрячих производят различные тактильные указатели для ориентации в пространстве: таблички и пиктограммы, тактильная плитка, тактильные схемы помещений и территорий, доступность пространства для слабослышащих обеспечивается за счет установки индукционных петель и информационного табло.

### **История эскалатора**

Первый подобный механизм был запатентован американским изобретателем Натаном Эймсом 9 марта 1859 года, однако данный патент № 25,076 на «движущуюся по кругу лестницу» никем никогда не использовался. Десятилетиями позднее, 15 марта 1892 года, американец Джесс Рено запатентовал своё изобретение «наклонного подъемника». Его первый в мире эскалатор появился в 1894 году в нью-йоркском парке Кони-Айленд как аттракцион для туристов.

Станцию метрополитена впервые снабдили эскалатором в 1911 году — произошло это на станции «Эрлс-корт» Лондонского метрополитена. Первые эскалаторы представляли

собой гладкие движущиеся дорожки без ступеней. Несколько позже их снабдили поручнями, а современный вид эскалатор приобрёл к 1921 году.

### **История советского эскалатора**

Первые эскалаторы в СССР появились в Москве: они были установлены при строительстве первой очереди Московского метрополитена на четырёх станциях глубокого заложения. Первым общественным зданием в СССР, где были установлены эскалаторы, стал магазин «Детский мир» 1953—1957, построенный в центре Москвы, на площади Дзержинского.

В Советском союзе эскалаторы использовались преимущественно в метро, изредка применяясь на вокзалах, в аэропортах, театрах, концертных залах и в других общественных зданиях. Согласно нормам строительства метро, эскалаторы на подъём устанавливаются при перепаде высот на марше более 4 м, на спуск — более 5 м.

### **Электрические двигатели эскалаторов**

Для главного привода эскалаторов применяются трёхфазные асинхронные электродвигатели с фазным ротором на напряжение 380 вольт, а для вспомогательного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором на напряжение 380 вольт. Мощность двигателей зависит от длины ходового полотна в пределах от 70 до 200 киловатт. Для станций мелкого заложения высотой до 20 метров применяется, как правило, асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором мощностью от 12 до 55 киловатт. В главных приводах эскалаторов применяются электродвигатели серий АКЭМ, 4АНК и АКЭ, а вспомогательных серий 4А, АИРМ132, АОФ-51-4.

Электродвигатель эскалатора должен обеспечить не только запуск эскалатора с расчётной нагрузкой, но и пуск эскалатора, работавшего на подъём с пассажирами, после его внезапной остановки при расчётном заполнении лестничного полотна. В этом случае электродвигателю приходится преодолевать большие усилия для перевода лестничного полотна из статического состояния в состояние движения. Эти усилия значительно больше, чем те которые должен развивать электродвигатель для перемещения уже движущегося лестничного полотна. Исходя из этих соображений электродвигатели для эскалаторов выбираются с большим пусковым моментом, кратность которого, приблизительно в два раза больше, по отношению к номинальному моменту.

Рис.1

Принцип действия асинхронного трёхфазного электродвигателя основан на том, что переменный ток проходя по обмоткам статора создаёт вращающееся по окружности магнитное поле с частотой питающей сети. Магнитные силовые линии поля статора пересекают обмотку ротора и индуцируют в ней электродвижущую силу, под действием которой по обмотке ротора начинает протекать электрический ток. Этот ток создаёт своё электромагнитное поле, которое взаимодействует с вращающимся электромагнитным полем статора, в результате чего возникают электродинамические силы, заставляющие ротор электродвигателя вращаться в направлении вращения поля статора. Магнитное поле вращается с постоянной частотой вращения  $P_c$ , которую называют синхронной, а ротор с частотой  $P_r$ , несколько меньшей  $P_c > P_r$ . Частота вращения магнитного поля зависит от частоты  $f$  переменного тока и числа пар полюсов обмоток статора  $P$ :  $P_c = 60 \text{ Гц}$ . Чем меньше частота  $P_c$ , тем больше число пар полюсов и тем больше размеры двигателя при одинаковой мощности.

Скорость вращения ротора всегда меньше скорости вращения магнитного поля статора и эта разница тем значительнее, чем больше нагрузка двигателя. По мере увеличения нагрузки двигателя ротор затормаживается и уменьшается число оборотов, в результате чего увеличивается разность между скоростью вращения ротора и скоростью вращения магнитного поля статора, которая остаётся постоянной. Магнитное поле статора

пересекает с большей скоростью обмотку ротора, а значит в ней увеличивается индуктивное Э.Д.С., сила тока и соответственно увеличивается из сети потребляемая мощность. Отставание скорости ротора от скорости магнитного поля статора называется скольжением.

Если ротор асинхронного электродвигателя вращается с частотой, превышающей синхронную  $P_r > P_c$ , что может произойти, например, при работе эскалатора на спуск со значительной нагрузкой, то сила взаимодействия токов ротора и магнитного поля изменит своё направление и станет противодействовать вращению. Электродвигатель начнёт отдавать электроэнергию в сеть, асинхронный двигатель превратится в асинхронный генератор.

Для обеспечения плавного пуска эскалаторов с двигателями с фазным ротором, и эскалаторов с двигателями с короткозамкнутым ротором, с целью увеличения вращающегося момента в начальный период пуска, применяются специальные омические сопротивления, которые включаются в обмотку ротора электродвигателя. Для более плавного запуска двигателя омические сопротивления имеют несколько ступеней. По мере запуска пусковые сопротивления выводятся из работы с помощью контакторов ускорения. В электродвигателях с фазным ротором применяются обычно пусковые сопротивления с четырьмя ступенями ускорения, а в двигателях с короткозамкнутым ротором одна или две ступени ускорения включаемые в цепь обмотки статора. Величина пусковых сопротивлений в каждой фазе находится в пределах от 0,8 до 1 ом.

Двигатели эскалаторов защищены нулевой и максимальными токовыми защитами и реле перегрузки.

Для контроля за состоянием указанного оборудования служит ряд блокировочных и защитных аппаратов, контакты которых вводятся в одну блокировочную цепочку. Включение промежуточных контакторов ПВ и ПН может быть произведено кнопками В1 и Н1, если закрыты контакты промежуточных реле Р01, Р02, контакты реле контроля пуска РВП и центробежного реле РЦ. Кроме того, должны быть закрыты контакты

кнопок Стоп и АВ, а также конечных выключателей гребенок ступеней С1, С2, конечного выключателя поручней Я и конечного выключателя тяговых цепей ТЦ. Работа схемы при включении эскалатора, а подъем и спуск не имеет принципиальных различий.

В схеме управления двигателем эскалатора предусмотрен ряд блокировок, исключающих пуск двигателя в случае приваривания одного из контакторов в предшествующий период работы. Например, нельзя пустить двигатель, если это произойдет с любым из контакторов Д, Н, В или Т, так как реле РВП не включится в начальный момент пуска и цепь катушек реверсирующих контакторов будет разорвана. Благодаря этому исключается возможность пуска двигателя с выведенными пусковыми сопротивлениями.

Таким образом, при слабой нагрузке двигателя эскалатора его коэффициент мощности будет значительно ниже номинального. Практически среднее значение коэффициента мощности колеблется в пределах 0,25–0,50, снижаясь особенно сильно в генераторном режиме работы при спуске пассажиров. В этом режиме работы возможно такое сочетание нагрузки, при котором момент трения в механизме и потери в электроприводе будут уравниваться активным моментом, создающимся за счет спускающихся на станцию пассажиров; двигатель будет при этом потреблять из сети только реактивную мощность.

Известно, что при низкой нагрузке двигателя эскалатора его коэффициент мощности будет значительно ниже номинального. Практически среднее значение коэффициента мощности колеблется в пределах 0,25–0,50, снижаясь особенно сильно в генераторном режиме работы при спуске пассажиров. В этом режиме работы возможно такое сочетание нагрузки, при котором момент трения в механизме и потери в электроприводе будут уравниваться активным моментом, создающимся за счет спускающихся на станцию пассажиров.

## **Работа эскалатора**

## Рис.2

Все, что есть в конструкции эскалатора монтируется на металлоконструкцию. Натяжная станция располагается в специальной камере, а привод в отдельно созданном машинном помещении.

Тяговая цепь эскалатора имеет свои особенности, как, к примеру, наличие упора на пластинах снаружи, которые призваны обеспечивать возможность перегиба цепи в одну сторону. В совокупности с направляющими путями упоры обеспечивают неизменное положение цепи, даже на случай, если она оборвется.

Электрический привод — управляемая электромеханическая система, предназначенная для преобразования электрической энергии в механическую и обратно и управления этим процессом.

## Практическая часть

1. В гусеничную ленту (Набор “vex edr”) мы вставляем вращательные шестеренки (Набор “vex edr”)
2. Фиксируем данную конструкцию соединёнными металлическими пластинами (Набор “vex edr”)
3. Придаем наклон с помощью металлических пластин (Набор “трик”)
4. Закрепляем конструкцию в доске из фанеры
5. Установка тех пластины, являющиеся креплениями
6. Установка мотора (Набор “vex edr”)
7. Установка и программирование “Arduino uno”
8. Создание дизайна

## Список литературы

1. Электрический привод Режим доступа:

[<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B2%D0%BE%D0%B4>] (Дата обращения 17.10.2022)

2. История эскалатора Режим доступа: [<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D1%81%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80>] 17.10.2022

3. Двигатель эскалатора Режим доступа:

[<https://avtika.ru/kakoy-dvigatel-u-eskalatora/>](Дата обращения 12.10.2022)

4. Принцип работы эскалатора Режим доступа:

[<https://gidlestnic.ru/elementy-i-komplektuyushhie/pochemu-perila-eskalatora-dvizhutsya-bystrye-i-mnogoe-drugoe>] (Дата обращения 07.10.22)

5. Устройство цепного конвейера эскалатора Режим доступа:

[<https://maspk.ru/journal/vypusk-11-13-may-2016/osipov-a-yu-ustroystvo-tsepnogo-konveyera-eskalatora/>] (Дата обращения 07.10.22)

6. Эскалаторы. Олейник А.М., Поминов И.Н. 1973

7. Программирование платы Режим доступа:

[<https://youtu.be/N2LpwizZARw>] (Дата обращения 20.01.23)

Приложение 1

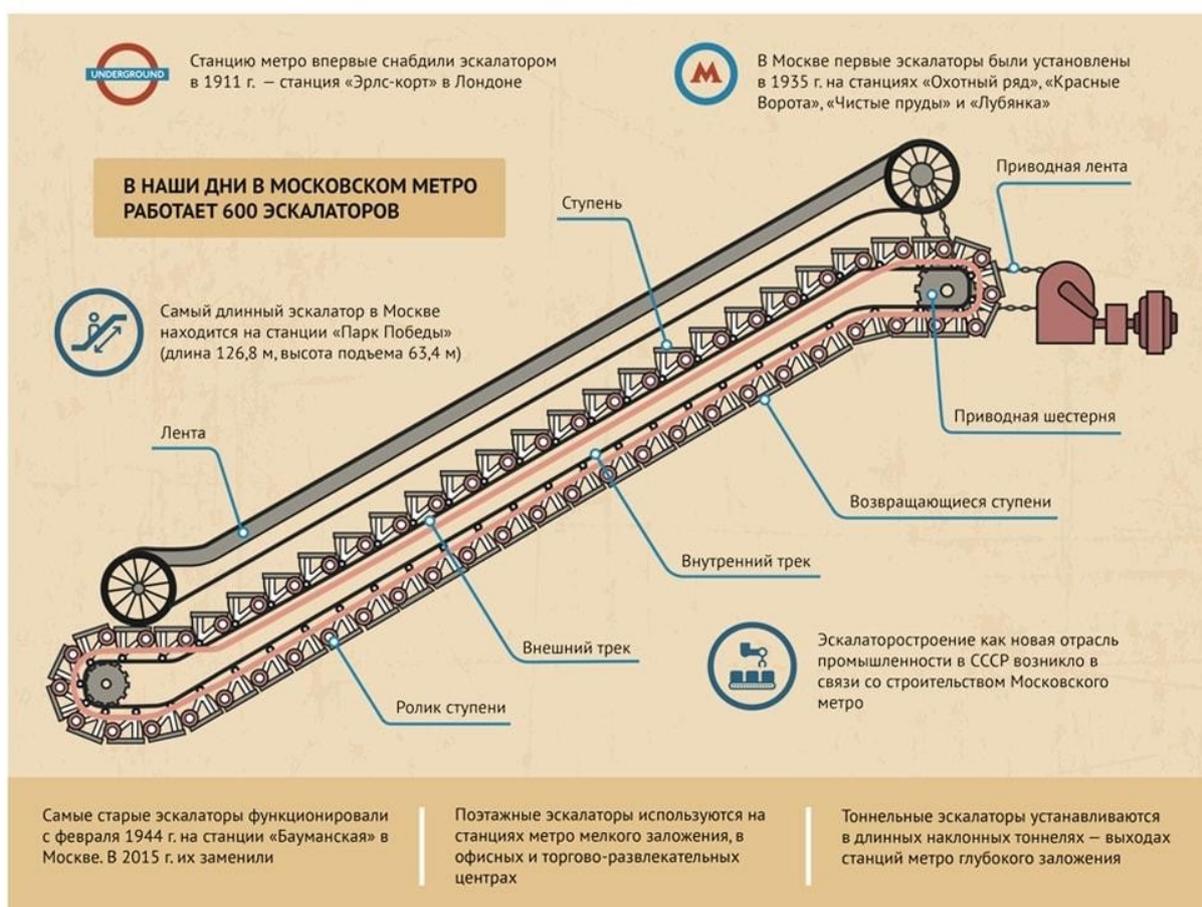
Рис.1 Асинхронный электродвигатель с фазным ротором серии АКЭМ.

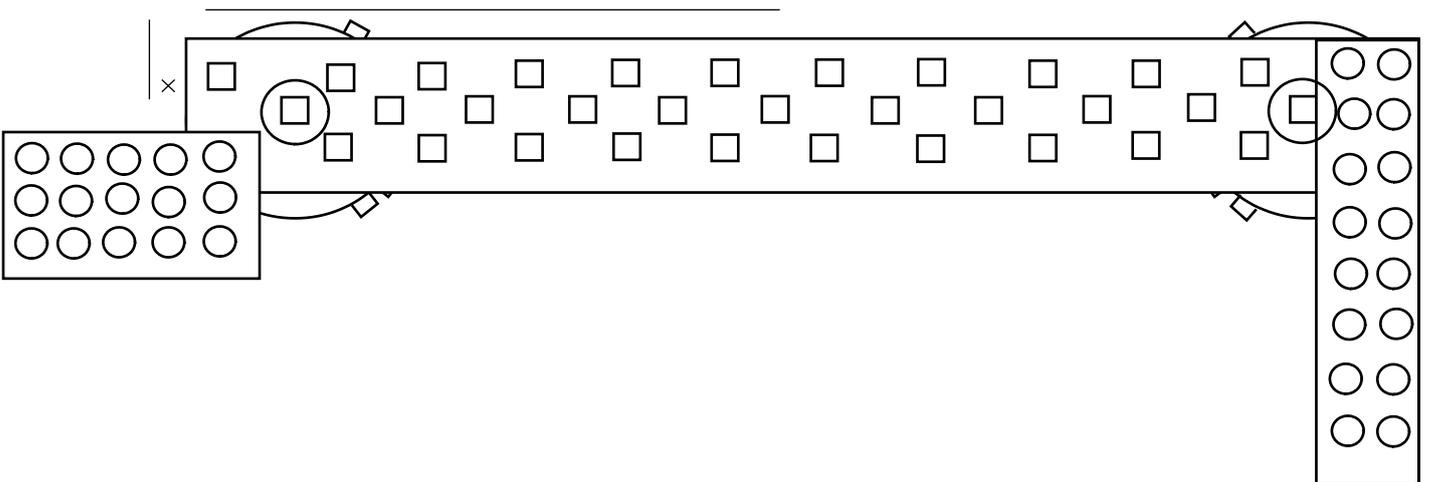
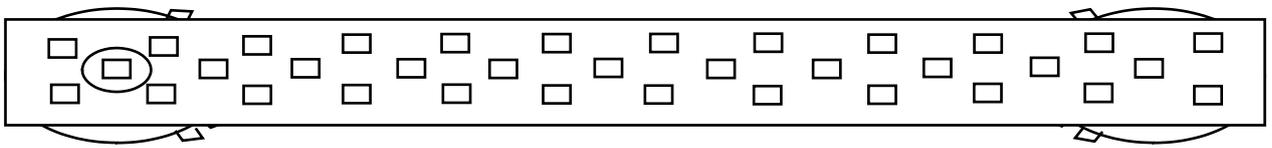
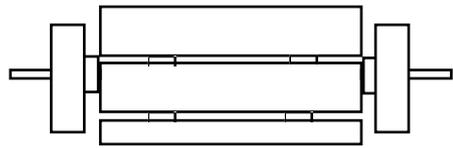
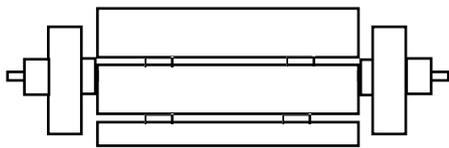
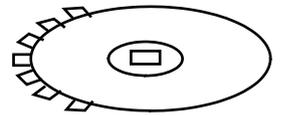
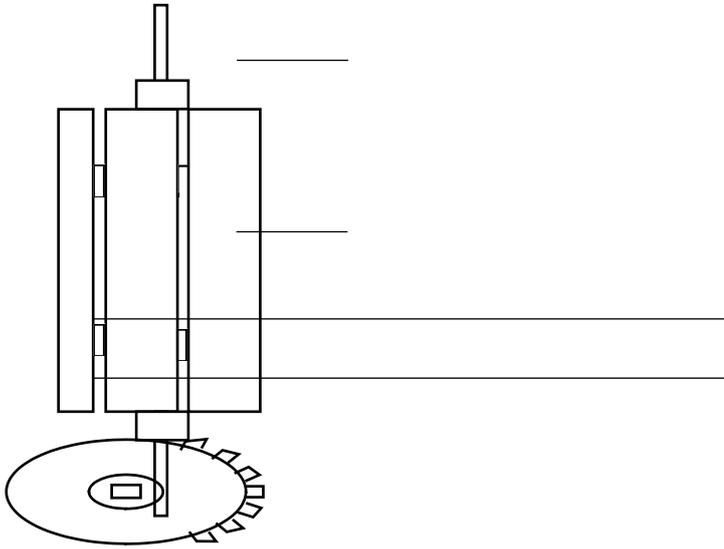
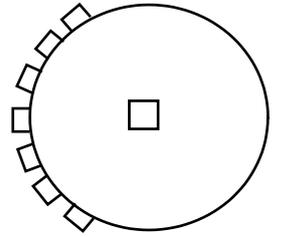
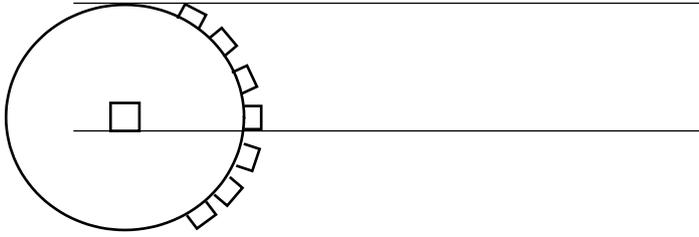


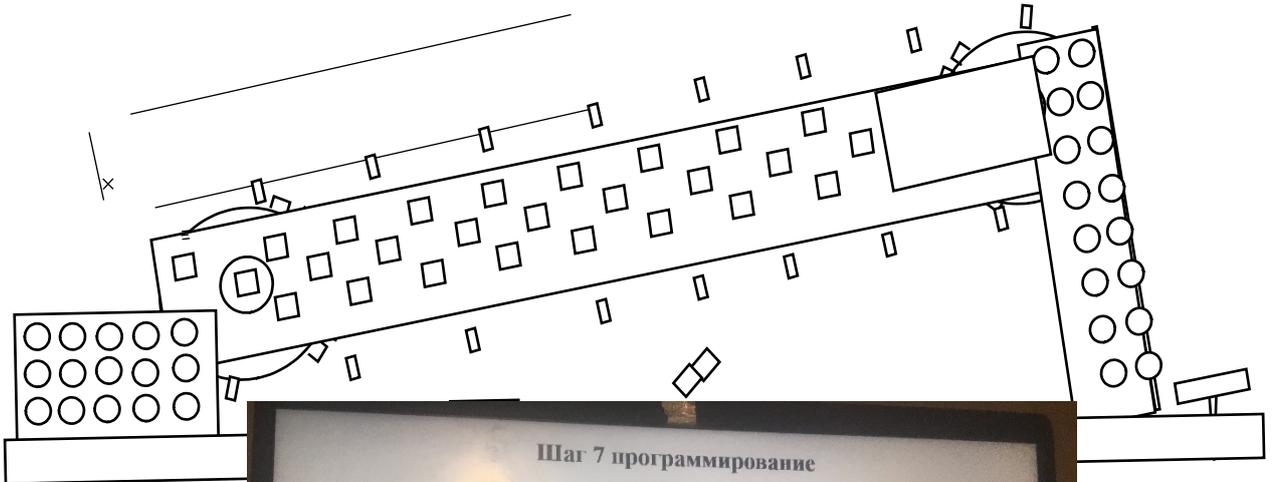
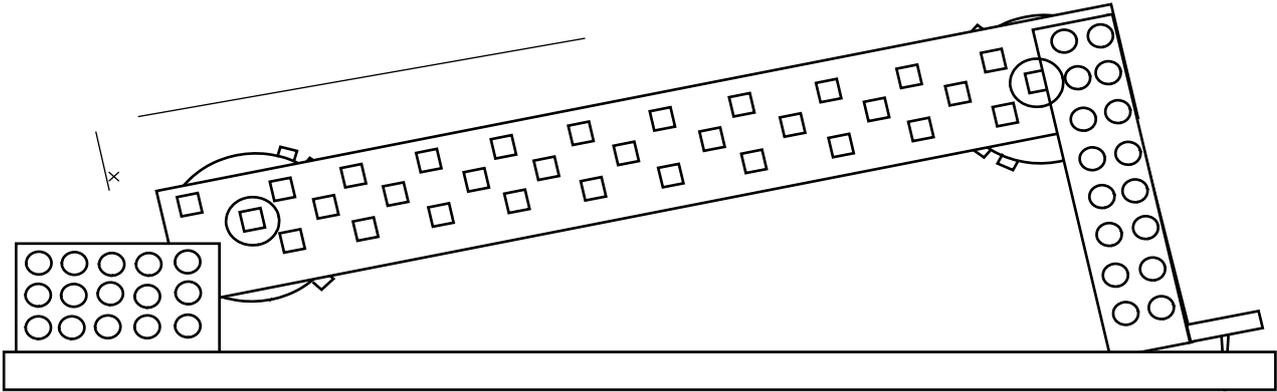
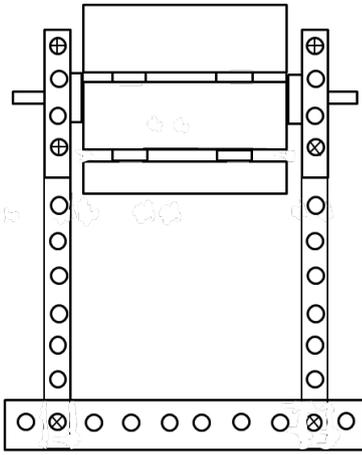
## Приложение 2

Рис.2 Принцип работы.

# КАК РАБОТАЕТ ЭСКАЛАТОР В МЕТРО







### Шаг 7 программирование

```
#include <Servo.h>

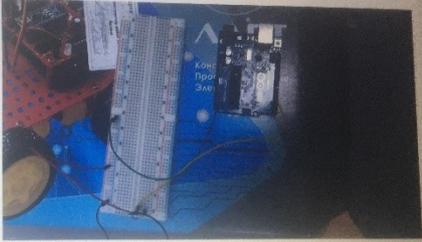
Servo M;

void setup() {
  pinMode(4, OUTPUT);
  M.attach(4);
  MotorControl(-40);
}

void loop() {

}

int MotorControl(int val) {
  M.write(map(val, -100, 100, 1000, 2000));
}
```

A photograph of a breadboard with a servo motor and a sensor. The servo is connected to a breadboard with a motor driver and a sensor. The breadboard is connected to a power source. The sensor is a camera module. The servo is mounted on the breadboard. The breadboard has several components connected to it, including a motor driver or control circuit.

