

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

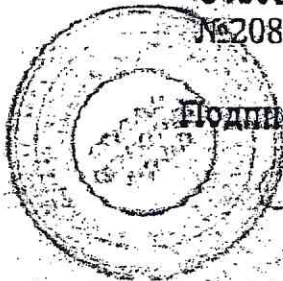
На тему: «Уличный эскалатор для людей с ограниченными возможностями здоровья»

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)

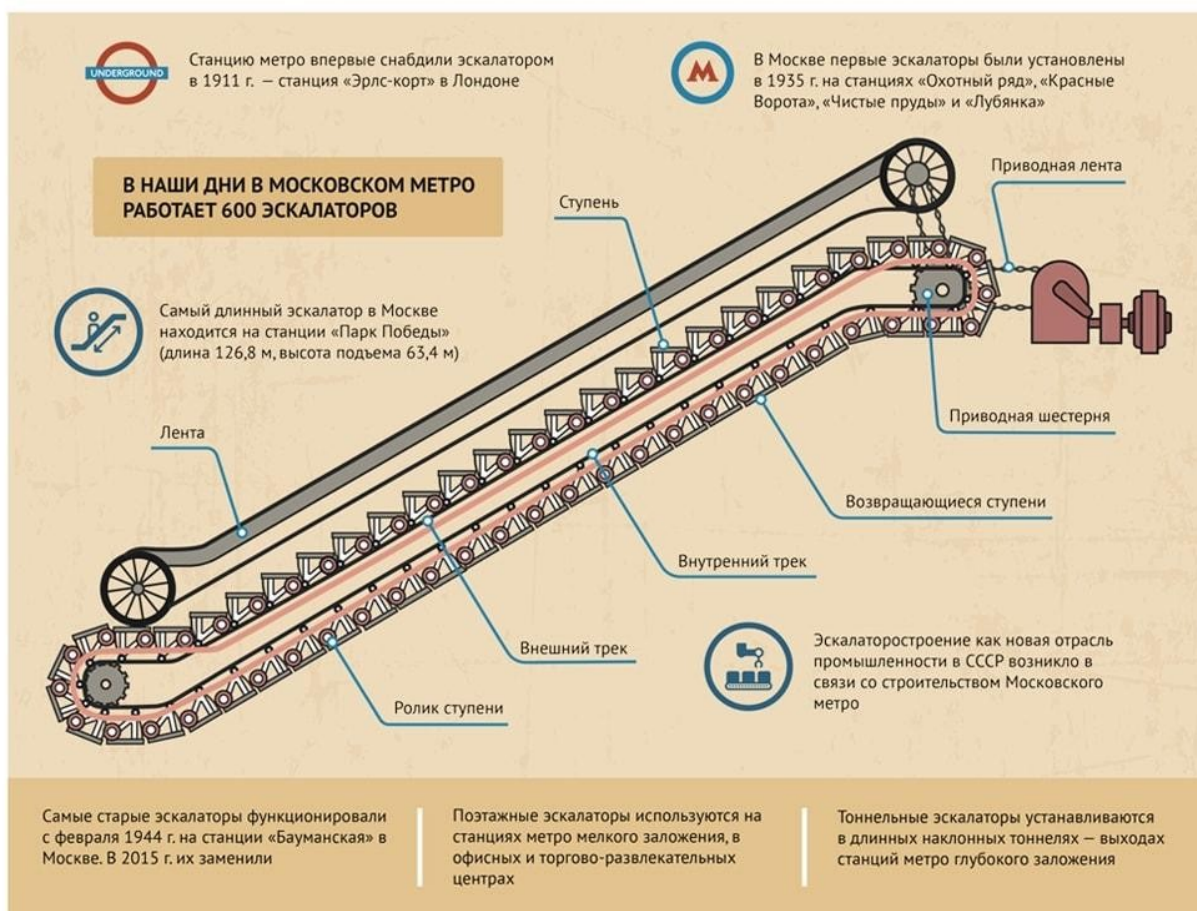
Приложение 1

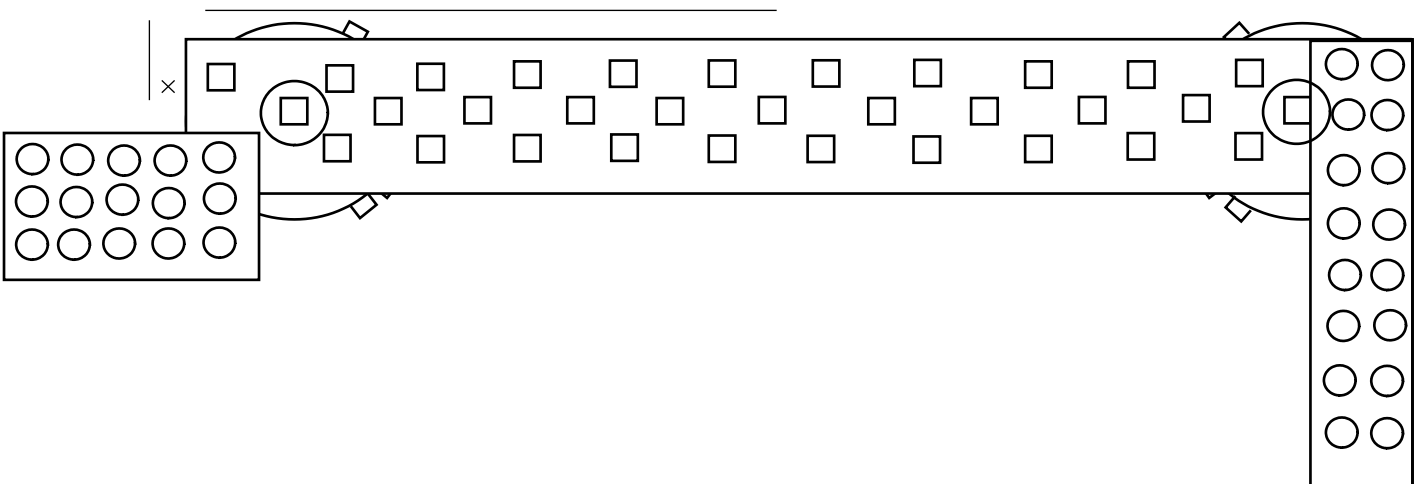
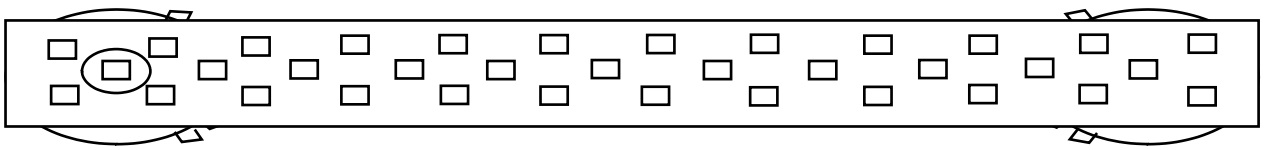
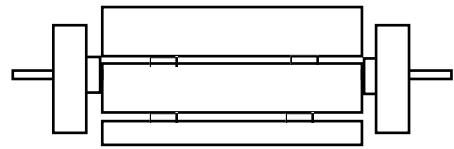
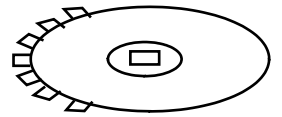
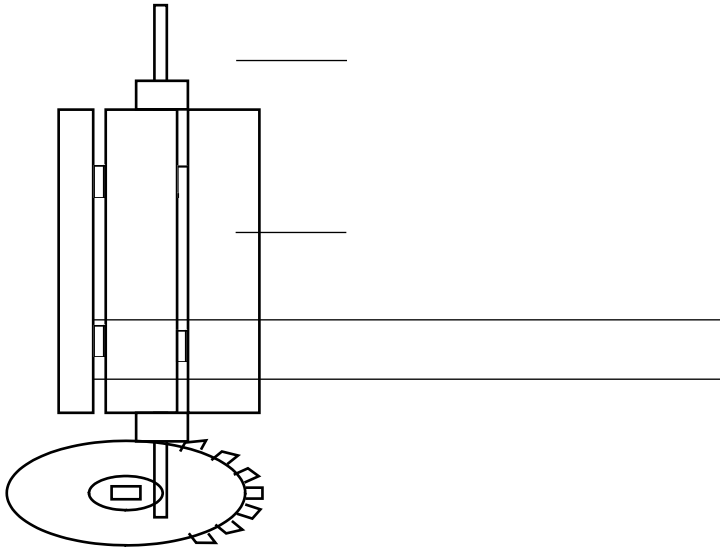
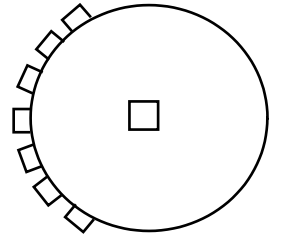
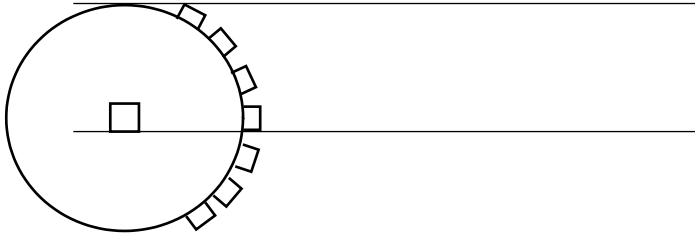
Рис.1 Асинхронный электродвигатель с фазным ротором серии АКЭМ.

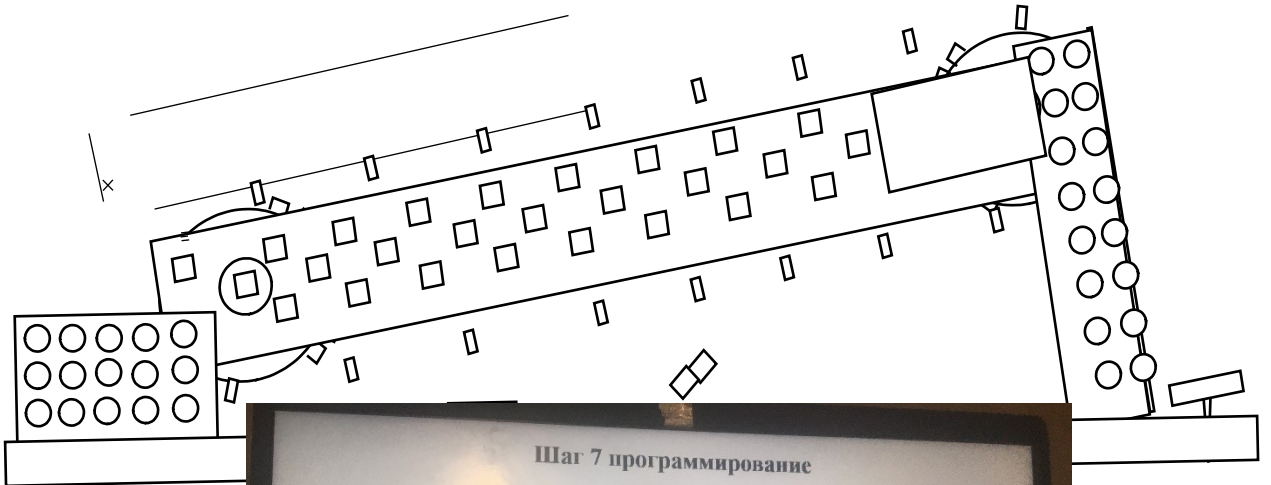
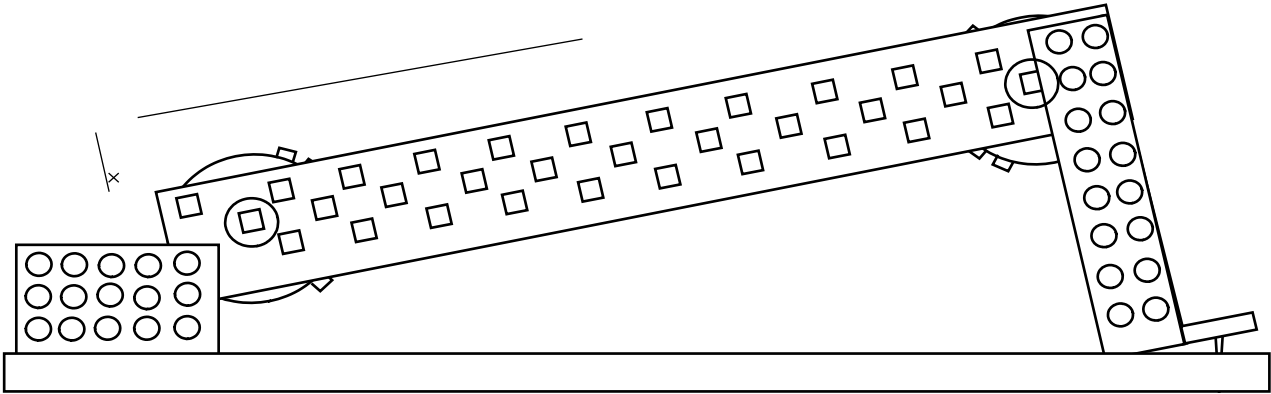
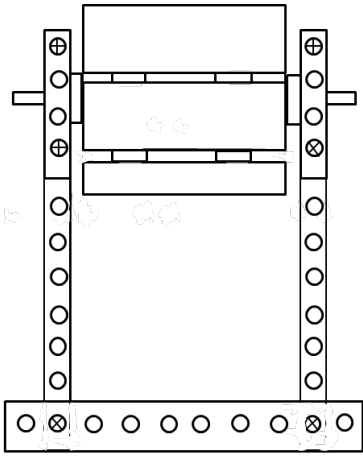


Рис.2 Принцип работы.

## КАК РАБОТАЕТ ЭСКАЛАТОР В МЕТРО







### Шаг 7 программирование

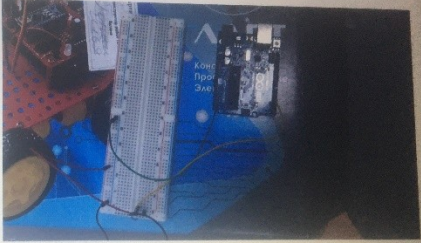
```
#include <Servo.h>

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 setup. It shows an Arduino Uno board connected to a servo motor. The servo is mounted on the breadboard. The breadboard has two vertical columns of holes on either side of the servo. The servo's horn is pointing upwards. The drawing uses circles to represent holes and squares to represent components or connections.

