



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
**(ДВФУ)**

---

**ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ**

**Кафедра информатики, математического и компьютерного  
моделирования**

**ОТЧЕТ**

к лабораторной работе №1 по дисциплине  
«Математическое моделирование»

Направление подготовки  
01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Выполнил студент

гр. Б9120-01.03.02

Агличиев А.О.

(ФИО)

(подпись)

« 20 » ноября 2022 г.

г. Владивосток  
2022

# Содержание

<b>1</b>	<b>Определение цели</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Информация для создания модели</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Создание математической модели</b>	<b>3</b>
3.1	Модель при движении по наклонной дороге . . . . .	3
3.2	Модель при движении по прямой дороге . . . . .	4
<b>4</b>	<b>Анализ модели</b>	<b>5</b>
4.1	Движение под углом . . . . .	5
4.2	Движение по прямой . . . . .	9
<b>5</b>	<b>Вывод</b>	<b>11</b>

# 1 Определение цели

В данной лабораторной необходимо создать математическую модель для выбора автомобиля в г. Владивосток автомобиля и рассчитать для неё минимальную мощность для езды для случая ограниченного бюджета. И найти мощность, для разгона до 100км/ч за несколько секунд при неограниченном бюджете.

## 2 Информация для создания модели

Город Владивосток имеет сложный рельеф: он расположен на холмах. Поэтому в модели необходимо рассматривать движение автомобиля по наклонной дороге.

$\alpha$  - угол наклона, в среднем составляет  $15^\circ$

Рассмотрим два типа автомобиля: легковой и внедорожник.

$m$  - масса автомобиля. Зависит от типа кузова автомобиля и в среднем из масса составляет:

1. Легковой автомобиль - 1250кг

2. Внедорожник - 2250кг

$v$  - скорость автомобиля, варьируется от 20км/ч до 60км/ч

$P$  - мощность автомобиля

## 3 Создание математической модели

При создании математической модели будем пользоваться законом о сохранении энергии: работа двигателя преобразуется в движение автомобиля.

### 3.1 Модель при движении по наклонной дороге

Рассмотрим движение автомобиля по наклонной дороге:  $S$  - расстояние, пройденное автомобилем по дороге

$$S = v\Delta t \tag{3.1.1}$$

, где  $\Delta t$  - время, за которое автомобиль проезжает расстояние  $S$ ,  $v$  - скорость движения

Высота, на которую поднимается автомобиль при движении, вычисляется по формуле

$$h = S \cdot \sin \alpha \quad (3.1.2)$$

Подставим (3.1.1) в (3.1.2):

$$h = v \Delta t \cdot \sin \alpha \quad (3.1.3)$$

Мощность найдём из закона сохранения энергии, не учитывая силу трения

$$P \Delta t = mgh \quad (3.1.4)$$

, где  $g$  - скорость свободного падения ( $g \approx 9.8$ )

Выразим  $\Delta t$  из (3.1.3)

$$\Delta t = \frac{h}{v \sin \alpha}$$

подставим в (3.1.4) и получим

$$P = mgv \sin \alpha$$

## 3.2 Модель при движении по прямой дороге

Для вычисления мощности при движении по прямой дороге воспользуемся законом сохранения энергии

$$P \Delta t = \frac{mv^2}{2}$$

Выразим  $P$

$$P = \frac{mv^2}{2\Delta t}$$

## 4 Анализ модели

Программы были написаны на языке Java с использованием Python-библиотеки matplotlib для построение графиков.

## 4.1 Движение под углом

1. Зависимость мощности от скорости движения под углом  $15^\circ$

Код программы:

```
public class Main {
    private static final Double g = 9.8;

    private final static Double horsePowerDelimiter = 735.499;

    private static Double toHorsePower(Double power) {
        return power/horsePowerDelimiter;
    }

    private static Double toMeterForSecond(Double v) {
        return v * 1000/3600;
    }

    public static Double powerInHorsePowersAlpha(Double m, Double v,
        Double alpha) {
        return toHorsePower(m*g*toMeterForSecond(v)*Math.sin(Math.toRadians
            (alpha)));
    }

    public static void main(String[] args) throws
        PythonExecutionException, IOException {
        ArrayList<Double> vs = new ArrayList<>();
        ArrayList<Double> ps1 = new ArrayList<>();
        ArrayList<Double> ps2 = new ArrayList<>();
        for(double v = 20.; v <= 60; ++v) {
            vs.add(v);
            ps1.add(powerInHorsePowersAlpha(1250., v, 15.));
            ps2.add(powerInHorsePowersAlpha(2250., v, 15.));
        }
        Plot plt = Plot.create();
        plt.plot().add(vs, ps1).linewidth(2.);
        plt.plot().add(vs, ps2).linewidth(2.);
        plt.xlabel("V");
        plt.ylabel("P");
        plt.legend();
        plt.show();
    }
}
```

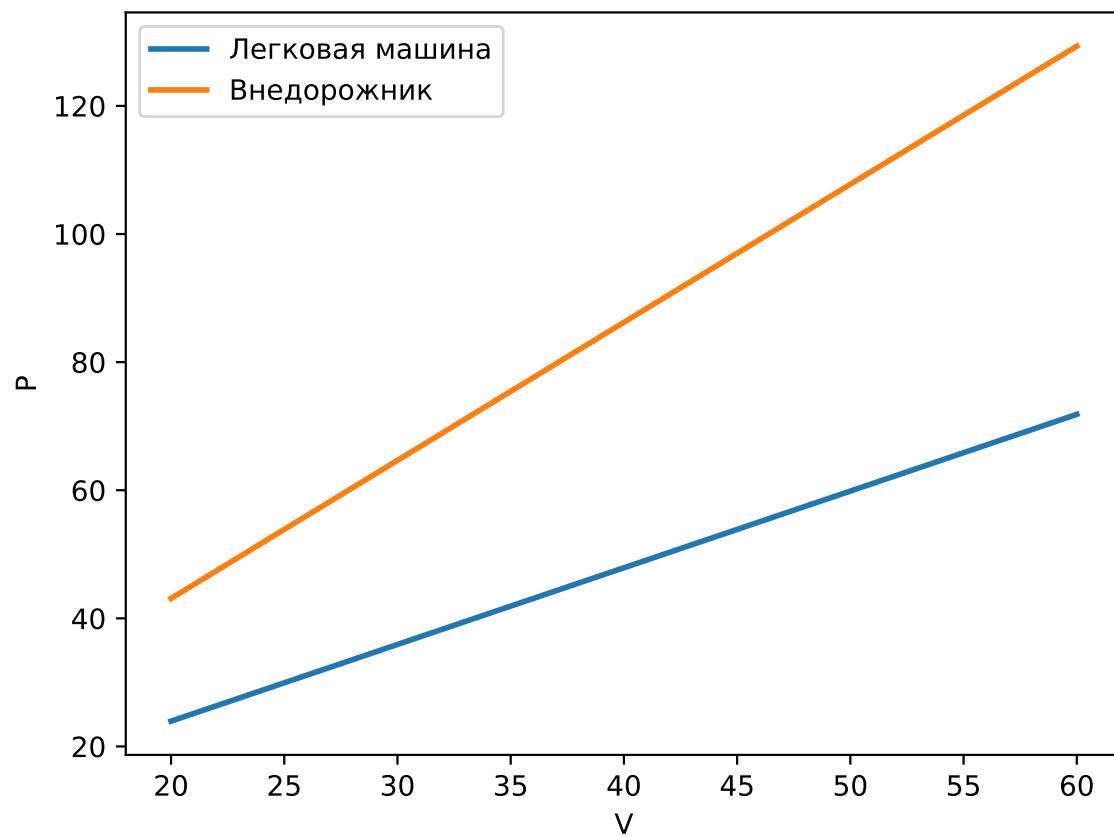


Рис. 1: График зависимости  $P$  от  $v$

При  $\alpha = 15^\circ$  для того, чтобы двигаться со скоростью  $v = 20\text{ км/ч}$  легкой машине необходима  $P = 24$  л.с., внедорожнику  $P = 44$  л.с.

## 2. Зависимость мощности от массы при скорости $v = 20\text{ км/ч}$

Т.к. масса легкового автомобиля в среднем варьируется от 1000кг до 1500кг, а внедорожника до 2500кг, то построим график зависимости мощности от массы автомобиля. Код программы:

```
public class Main {
    private static final Double g = 9.8;

    private final static Double horsePowerDelimiter = 735.499;

    private static Double toHorsePower(Double power) {
        return power/horsePowerDelimiter;
    }

    private static Double toMeterForSecond(Double v) {
        return v * 1000/3600;
    }

    public static Double powerInHorsePowersAlpha(Double m, Double v,
        Double alpha) {
        return toHorsePower(m*g*toMeterForSecond(v)*Math.sin(Math.toRadians
        (alpha)));
    }

    public static void main(String[] args) throws
    PythonExecutionException, IOException {
        ArrayList<Double> vs = new ArrayList<>();
        ArrayList<Double> ps1 = new ArrayList<>();

        for(double m = 1000; m <= 2500; ++m) {
            vs.add(m);
            ps1.add(powerInHorsePowersAlpha(m, 40., 15.));
        }
        Plot plt3 = Plot.create();
        plt3.plot().add(vs, ps1).linewidth(2.);
        plt3.xlabel("m");
        plt3.ylabel("P");
        plt3.legend();
        plt3.show();
    }
}
```

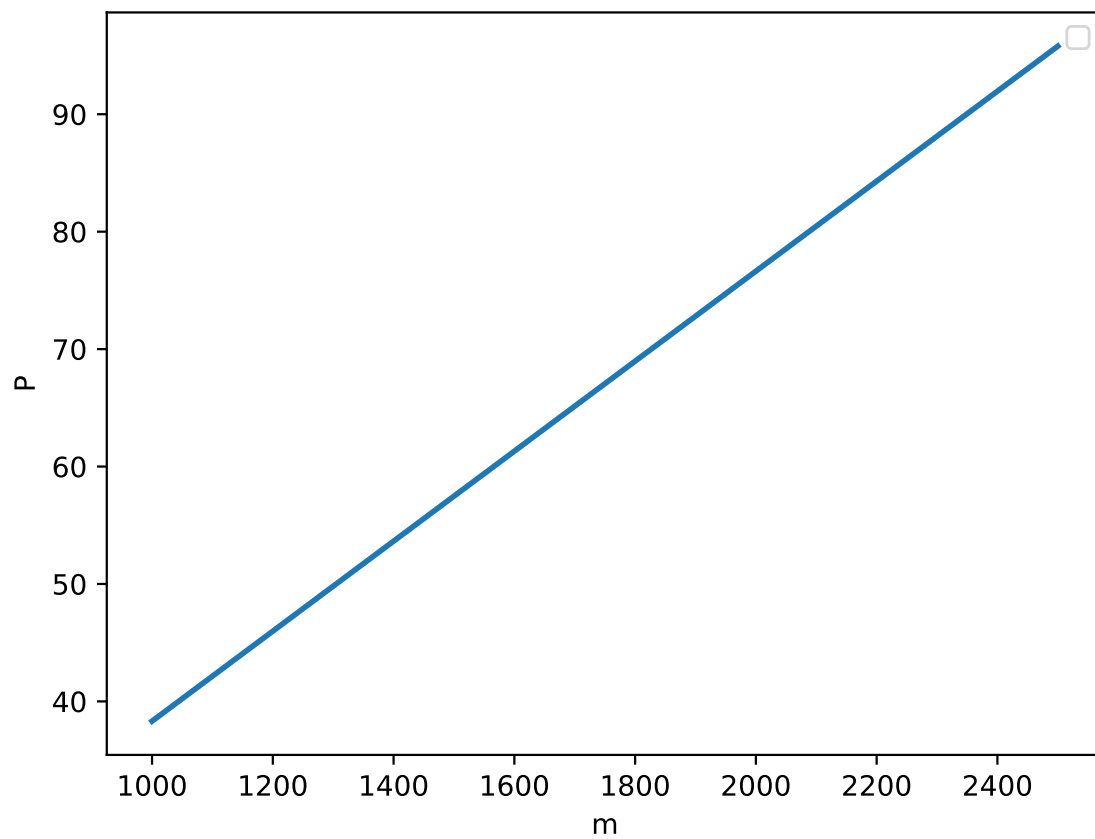


Рис. 2: График зависимости  $P$  от  $m$  при  $v = 40\text{км/ч}$



## 4.2 Движение по прямой

Посмотрим график разгона легковой машины с  $m = 1250\text{кг}$  до  $100\text{ км/ч}$   
Код программы:

```
public class Main {
    private static final Double g = 9.8;

    private final static Double horsePowerDelimiter = 735.499;

    private static Double toHorsePower(Double power) {
        return power/horsePowerDelimiter;
    }

    private static Double toMeterForSecond(Double v) {
        return v * 1000/3600;
    }

    public static Double powerInHorsePowersStraight(Double m, Double v, Double
        t) {
        return toHorsePower(m*Math.pow(toMeterForSecond(v), 2) / (2*t));
    }

    public static void main(String[] args) throws PythonExecutionException,
        IOException {
        ArrayList<Double> vs = new ArrayList<>();
        ArrayList<Double> ps1 = new ArrayList<>();
        for(double t = 3; t <= 5; t += 0.1) {
            vs.add(t);
            ps1.add(powerInHorsePowersStraight(1250., 100., t));
        }
        Plot plt2 = Plot.create();
        plt2.plot().add(vs, ps1).linewidth(2.);
        plt2.xlabel("t");
        plt2.ylabel("P");
        plt2.legend();
        plt2.show()
    }
}
```

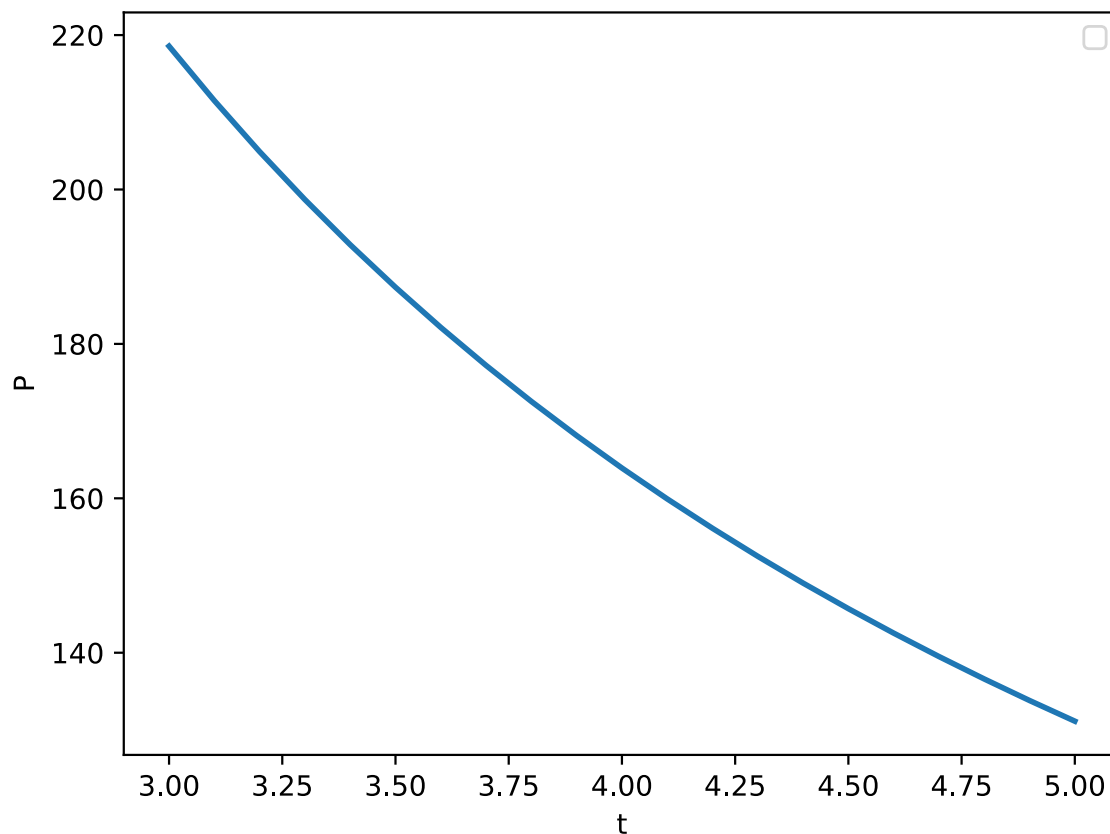


Рис. 3: График зависимости  $P$  от  $t$  при разгоне до 100 км/ч

Для разгона автомобиля массой 1250кг за 5 секунд до 100км/ч в построенной математической модели требуется мощность  $P = 131$  л.с. В реальности, например Tesla Model 3 с такими же параметрами, имеет  $P = 280$  л.с. Такая разница получается из-за того, что в модели не учитываются такие важные параметры как: сила трения и сопротивление воздуха.



Рис. 4: Tesla Model 3

## 5 Вывод

В данной лабораторной работе была составлена простая математическая модель автомобиля, а также с помощью модели установили зависимость мощности автомобиля от скорости и массы при движении под углом и зависимость мощности от времени, при разгоне до 100 км/ч.