



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)

« 11 » ноября 2022 г.

г. Владивосток
2022

Содержание

1	Определение цели	3
2	Информация для создания модели	3
3	Создание математической модели	3
3.1	Движение под углом	3
3.2	Движение по прямой	4
4	Анализ модели	4
4.1	Движение под углом	5
4.2	Движение по прямой	9
5	Вывод	11

1 Определение цели

В данной лабораторной необходимо создать математическую модель для выбора автомобиля в г. Владивосток автомобиля и рассчитать для неё:

1. минимальную мощность для езды
2. мощность, для разгона до 100км/ч

2 Информация для создания модели

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

α - угол наклона, в среднем составляет 15°

Рассмотрим два типа автомобиля: легковой и внедорожник.

m - масса автомобиля. Зависит от типа кузова автомобиля:

1. Легковой автомобиль - 1250кг
2. Внедорожник - 2250кг

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

P - мощность автомобиля

3 Создание математической модели

3.1 Движение под углом

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

$$S = v\Delta t \quad (3.1.1)$$

, где Δt - время, за которое автомобиль проезжает расстояние S , v - скорость движения

Высота, на которую поднимается автомобиль, 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 Δt из (3.1.3)

$$\Delta t = \frac{h}{v \sin \alpha} \quad (3.1.5)$$

и подставим в (3.1.4) и получим

$$P = mgv \sin \alpha \quad (3.1.6)$$

3.2 Движение по прямой

Для вычисления мощности при движении по прямой воспользуемся законом сохранения энергии

$$P\Delta t = \frac{mv^2}{2} \quad (3.2.1)$$

Выразим P

$$P = \frac{mv^2}{2\Delta t} \quad (3.2.2)$$

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°

Код программы:

```

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

    private final static Double horsePowerDelimeter = 735.499;

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

    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();
    }
}

```

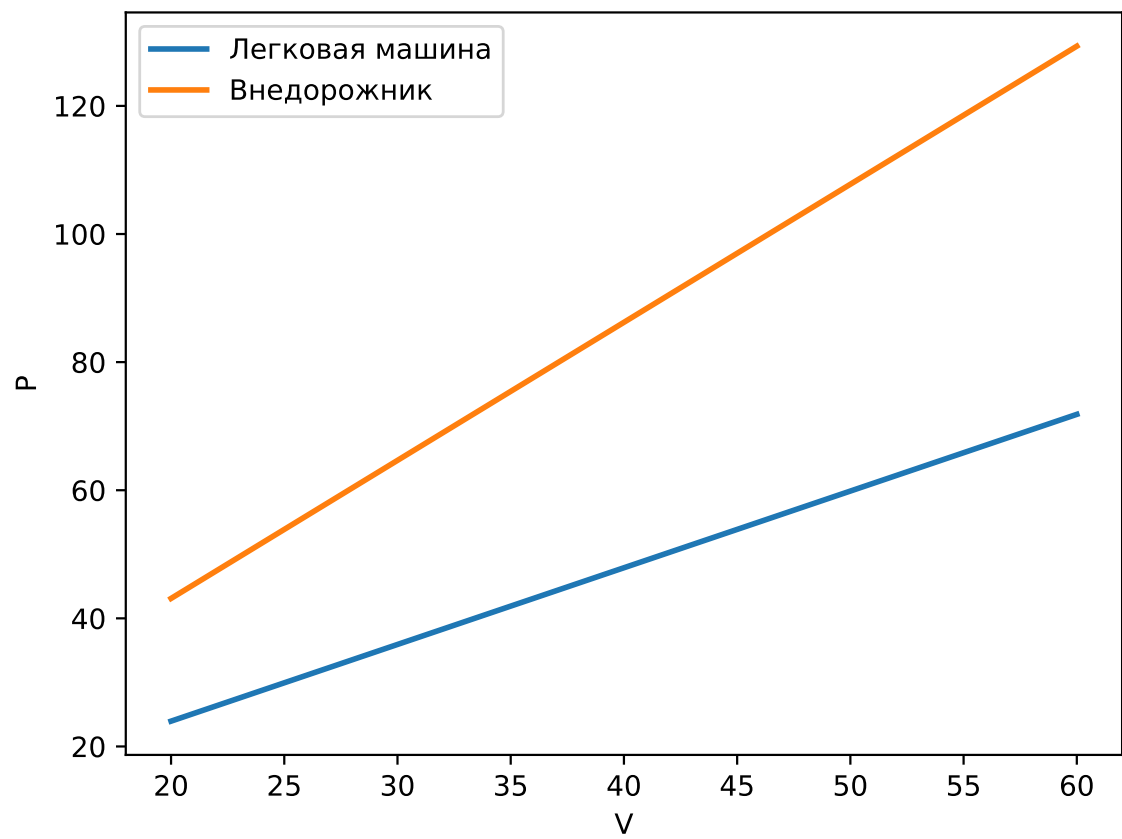


Рис. 1: График зависимости P от v

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();
    }
}
```

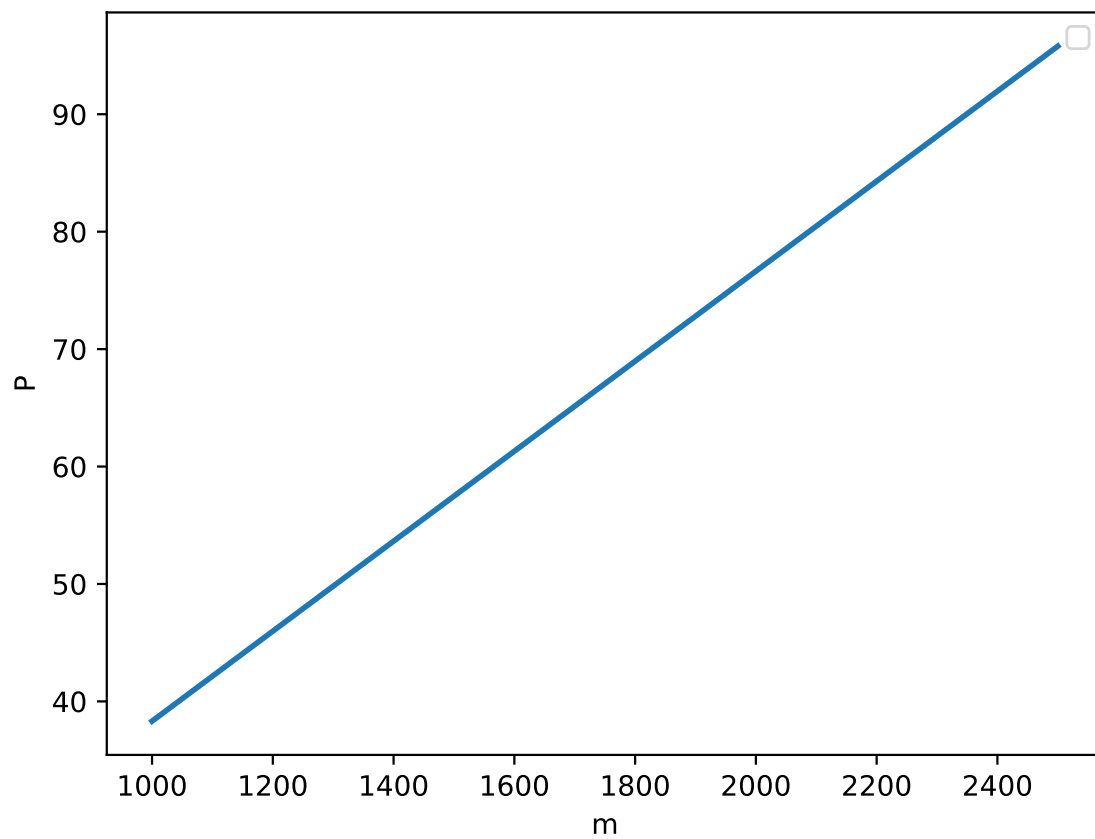


Рис. 2: График зависимости P от m при $v = 40\text{км/ч}$

4.2 Движение по прямой

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

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

    private final static Double horsePowerDelimeter = 735.499;

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

    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()
    }
}
```

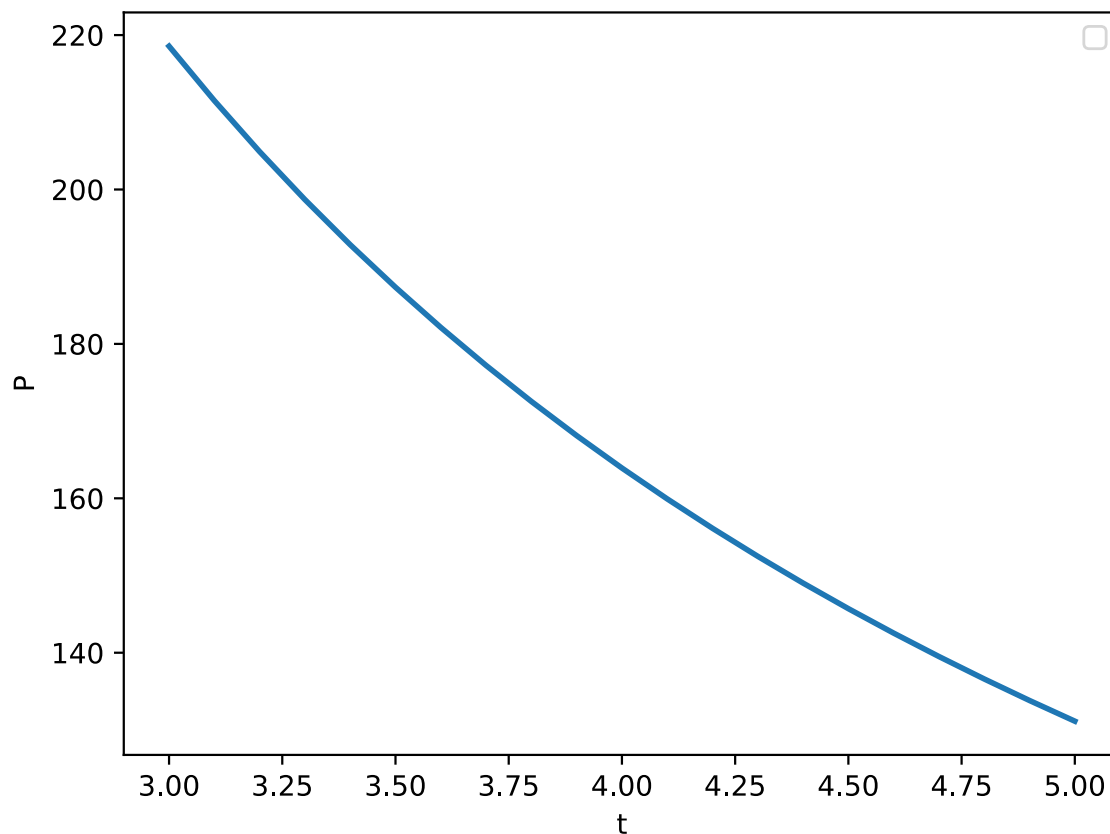


Рис. 3: График зависимости P от t при разгоне до 100 км/ч

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.