

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «РОССИЙСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им.
А. И. ГЕРЦЕНА»**

Институт компьютерных наук и технологического образования

Кафедра компьютерных технологий и электронного обучения

КУРСОВАЯ РАБОТА

**ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ
ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА ПО НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ**

Направление подготовки: «Информатика и вычислительная техника»

Руководитель:

Д.н.п., профессор,

Власова Е.З

Автор работы студент 1 курса 1 группы

Бережной Михаил Александрович

« ____ » _____ 2020 г.

Санкт-Петербург

2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	3
Глава 1 Теоретическая часть.	4
1.1 Теория.	4
1.2 Математическая модель.	5
Глава 2 Практическая часть	7
2.1 Создание программы	7
2.2 Анализ результатов	8
2.3 Руководство пользователя	9
2.4 Возможности программы	10
Заключение	12
Литература	13

ВВЕДЕНИЕ

Сила трения – сила, которая присутствует в каждом шаге, в каждом проеденном километре и даже в каждом приветствии друга рукопожатием.

Но от чего она зависит и как влияет на движение – будет рассмотрено в этой работе.

Цель курсовой работы: исследовать движение тела по наклонной поверхности.

Задачи курсовой работы:

- Рассмотреть теорию и составить математическую модель
- Разработать программу для вычислений
- Проанализировать данные и выявить зависимость

ГЛАВА 1.ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Теория.

Для того, чтобы лучше погрузиться в тему сначала разберём теорию.

Сила трения покоя – сила, возникающая между двумя неподвижными контактирующими телами и препятствующая возникновению относительного движения. Эту силу необходимо преодолеть для того, чтобы привести два контактирующих тела в движение друг относительно друга. Возникает при микроперемещениях (например, при деформации) контактирующих тел. Трение покоя наблюдается до перехода к движению на макроуровне, когда начинает действовать сила трения качения или скольжения. Действует в направлении, противоположном направлению возможного относительного движения. Максимальная сила трения покоя обычно несколько выше, чем сила трения скольжения.

В 1779 году французский физик Кулон установил, от чего зависит максимальная сила трения покоя. Оказалось, что сила трения покоя зависит от того, с какой силой прижимаются друг к другу соприкасающиеся предметы. Также было установлено, что трение покоя зависит от материала соприкасающихся поверхностей. [текст изложенной своими словами, 1]

Для того чтобы узнать силу трения покоя обратимся к формуле её нахождения:

$$F_{tr} = N * k,$$

где N – сила сопротивления опоры (упругости), k – коэффициент трения покоя. [текст изложенной своими словами, 1]

N – «Сила, возникающая в результате деформации тела и направленная в сторону, противоположную перемещениям частиц тела при деформации». [1.28]

«Силу упругости N, возникающую в результате деформации опоры и действующую на тело, называют силой реакции опоры. По третьему закону Ньютона сила давления и сила реакции опоры равны по модулю и противоположны по направлению:

$$\vec{P} = -\vec{N} \gg [1.31]$$

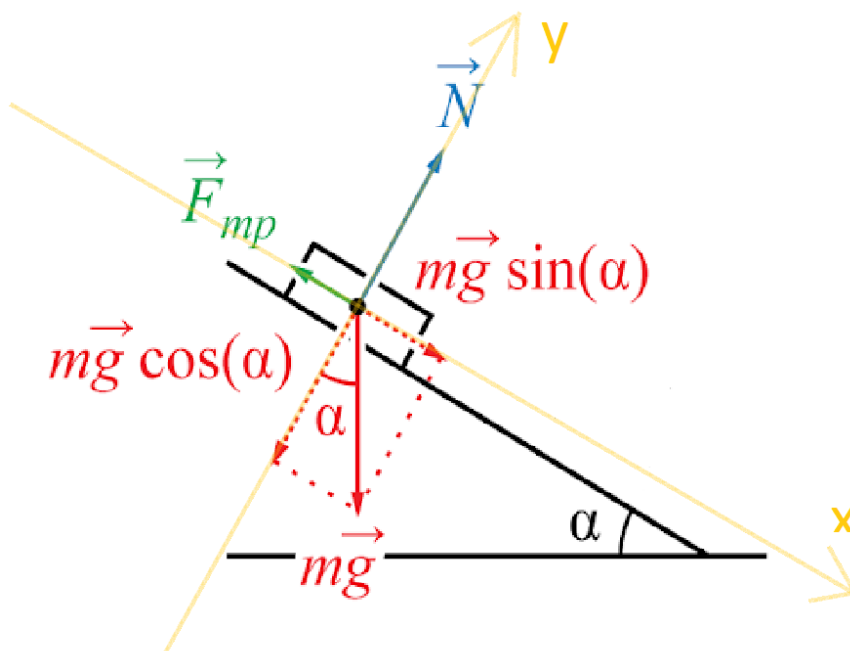
k – Этой буквой обозначают коэффициент пропорциональности, не имеющий размерности. [текст изложенной своими словами, 1]

Чтобы понимать, начало двигаться тело или нет – обратимся ко второму закону Ньютона:

$$\vec{F} = m * \vec{a} [\text{текст изложенной своими словами, 1}]$$

1.2 математическая модель

Разобравшись с теорией перейдём к построению математической модели:



На математической модели расписаны все силы, которые действуют на тело. Также, проведены оси x и y на которые спроецирована сила тяжести.

Будем считать, что в ходе эксперимента телом являлся деревянный брусок массой 1 килограмм, который был установлен на деревянную наклонную плоскость, угол наклона которой можно изменять. Тогда коэффициент трения покоя будет равен 0.65. [значения взяты с сайта. 2]

Начнём поднимать наклонную поверхность начиная с 10 градусов угла наклона с шагом в 1 градус. Если в ходе вычислений получаем $a > 0$, то

значит тело начало движение вниз по наклонной поверхности, в противном случае – тело не смогло преодолеть силу трения и не начало движение.

Распишу ускорение по второму закону Ньютона для данной задачи для дальнейшего использования полученной формулы в программе.

$$Ox: m * g_x * \sin \alpha - F_{trx} = m * a_x,$$

$$Oy: N_y - m * g_y * \cos \alpha = 0.$$

Из второго закона Ньютона понимаем, что:

$$\frac{m * g * \sin \alpha - F_{tr}}{m} = a,$$

$$N = m * g * \cos \alpha .$$

С помощью этих формул проводятся вычисления в программе.

ГЛАВА 2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

2.1 Создание программы.

Чтобы понять при каком угле наклона тело начнёт движение – нужно провести вычисления и проанализировать их, человек делает это относительно долго, поэтому для ускорения данного процесса была написана программа, которая производит вычисления и сразу анализирует их, выводя полученные результаты на экран.

Для реализации программы был выбран язык Pascal и компилятор ABC Pascal.

Блок схема:

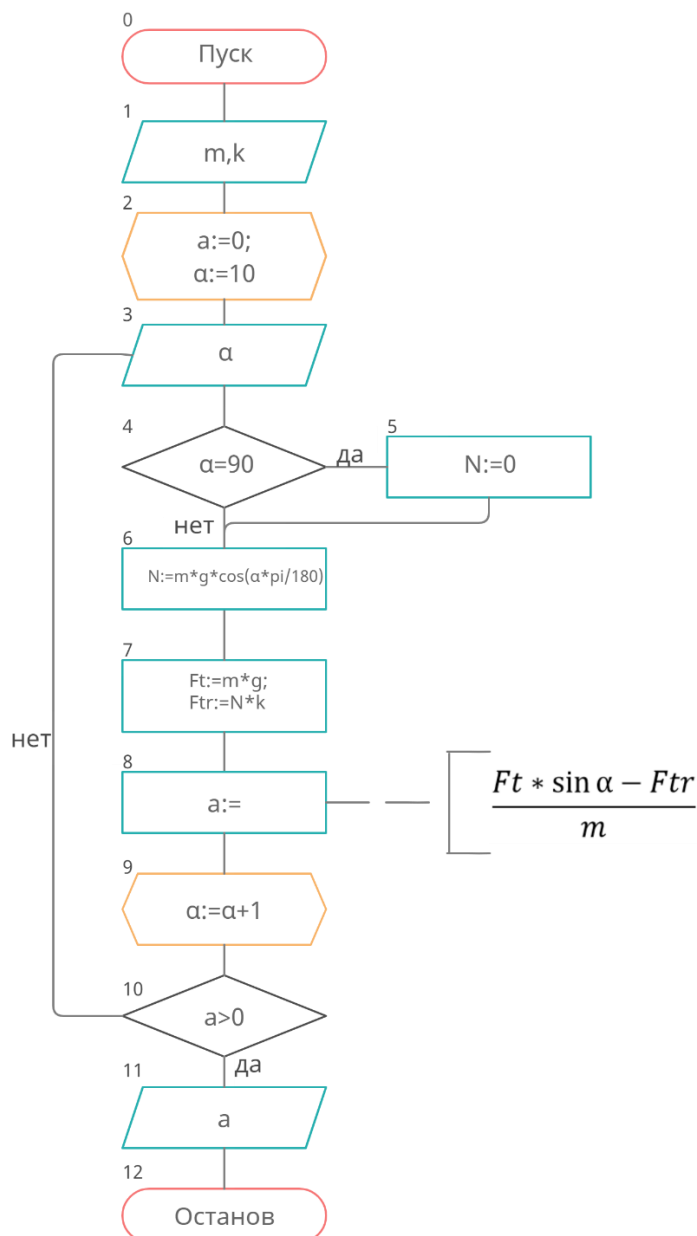


Рисунок 1.

Список идентификаторов:

Переменная	Тип	Смысл
N	real	Сила сопротивления опоры
Ft	real	Сила тяжести ($m \cdot g$)
Ftr	real	Сила трения
m	real	Масса бруска
k	real	Коэффициент трения
a	real	ускорение
α	real	Угол наклона

Код программы:

```

program kr;
const g=9.8;
var m,k,N,Ftr,Ft,a, $\alpha$ : real;
begin
  writeln('программа для вычисления ускорения тела на наклонной поверхности');
  writeln('введите массу тела(m), угол наклонной поверхности( $\alpha$ ) и коэффициент трения тела в покое в зависимости от его материала(k)');
  read(m, $\alpha$ ,k);
  while a<=0 do begin
    write('анализ движение тела при  $\alpha$  равной - ');
    writeln( $\alpha$ );
    write('рассчитаем значение силы сопротивления опоры(N) - ');
    if  $\alpha$ =90 then N:=0
    else N:=m*g*cos( $\alpha$ *pi/180);
    writeln(N:6:4);
    Ft:=m*g;
    write('найдем значение силы трения(Ftr) - ');
    Ftr:=N*k;
    writeln(Ftr:6:4);
    write('проанализируем движение тела по значению ускорения(a) - ');
    a:=(Ft*sin( $\alpha$ *pi/180)-Ftr)/m;
    writeln(a:6:4);
    if a>0 then write('тело начнёт двигаться вниз по наклонной поверхности')
    else write('тело не преодолело силу трения и не начало движения');
     $\alpha$ := $\alpha$ +1;
    writeln();
    writeln();
  end;
end.

```

Рисунок 2.

2.2 Анализ результатов.

Результат работы программы:

тело не преодолело силу трения и не начало движения

анализ движение тела при α равной - 32

рассчитаем значение силы сопротивления опоры(N) - 8.3109

найдем значение силы трения(Ftr) - 5.4021

проанализируем движение тела по значению ускорения(a) - -0.2089

тело не преодолело силу трения и не начало движения

анализ движение тела при α равной - 33

рассчитаем значение силы сопротивления опоры(N) - 8.2190

найдем значение силы трения(Ftr) - 5.3423

проанализируем движение тела по значению ускорения(a) - -0.0049

тело не преодолело силу трения и не начало движения

анализ движение тела при α равной - 34

рассчитаем значение силы сопротивления опоры(N) - 8.1246

найдем значение силы трения(Ftr) - 5.2810

проанализируем движение тела по значению ускорения(a) - 0.1991

тело начнёт двигаться вниз по наклонной поверхности

Рисунок 3.

В данной программе используется одна особенность, если угол альфа равняется 90 градусам, то N считается не по формуле, а приравнивается нулю. Данная особенность используется из-за того, что данный компилятор при вычислении косинуса 90 градусов выводит не нулевое число.

Если угла наклона не хватает, чтобы тело начало двигаться, то программа увеличивает угол наклона на 1 градус и проводит вычисления и анализ результатов заново. Это происходит до тех пор, пока программа не найдёт такой угол наклона, при котором тело начнёт двигаться вниз по наклонной поверхности.

Также, можно заметить, что с увеличением угла наклона сила трения уменьшается, в то время как значение ускорение растёт. Исходя из формулы ускорения можем говорить, что её значения изменяются не только из-за уменьшения значения силы трения, но и из-за увеличения значения проекции силы тяжести на ось x. Можем сделать вывод, что движение тела по наклонной поверхности зависит от угла наклона поверхности и от коэффициента трения между телом и поверхностью.

2.3 Руководство пользователя.

До запуска программы пользователем должны быть подготовлены такие данные как: материал, из которого изготовлено тело; материал, из

которого изготовлена наклонная поверхность; найти коэффициент трения покоя между телом и наклонной поверхностью из данных материалов.

После запуска программы вводим массу тела и ранее найденный коэффициент трения.

программа для вычисления ускорения тела на наклонной поверхности
введите массу тела (m) и коэффициент трения тела в покое в зависимости от его материала (k)

Рисунок 4.

Далее программа делает всё самостоятельно: вычисляет значение ускорения при разном угле наклона, проверяет, начало ли двигаться тело или нет и выводит полученные результаты (рисунок 3)

2.4 Возможности программы

Данная программа может найти угол наклона, нужный для того, чтобы тело начало движение вниз по наклонной поверхности при любом коэффициенте трения и массе тела. Также, если при угле в 10 градусов тело уже начинает двигаться вниз по наклонной поверхности, то можно уменьшить угол наклона. Пример:

```
program kr;
const g=9.8;
var m,k,N,Ftr,Ft,a,α: real;
begin
  writeln('программа для вычисления ускорения тела на наклонной поверхности');
  writeln('введите массу тела (m) и коэффициент трения тела в покое в зависимости от его материала (k)');
  read(m,k);
  α:=0;
  while a<=0 do begin
    write('анализ движение тела при α равной - ');
    writeln(α);
    write('рассчитаем значение силы сопротивления опоры(N) - ');
    if α=90 then N:=0
    else N:=m*g*cos(α*pi/180);
    writeln(N:6:4);
    Ft:=m*g;
    write('найдем значение силы трения(Ftr) - ');
    Ftr:=N*k;
    writeln(Ftr:6:4);
    write('проанализируем движение тела по значению ускорения(a) - ');
    a:=(Ft*sin(α*pi/180)-Ftr)/m;
    writeln(a:6:4);
    if a>0 then write('тело начнёт двигаться вниз по наклонной поверхности')
    else write('тело не преодолело силу трения и не начало движения');
```

Окно вывода

```
программа для вычисления ускорения тела на наклонной поверхности
введите массу тела (m) и коэффициент трения тела в покое в зависимости от его материала (k)
5
1.3
анализ движение тела при α равной - 0
рассчитаем значения силы сопротивления опоры(N) - 49.0000
найдем значение силы трения(Ftr) - 63.7000
проанализируем движение тела по значению ускорения(a) - -12.7400
тело не преодолело силу трения и не начало движения
```

Результат:

найдем значение силы трения(F_{tr}) - 39.2176
проанализируем движение тела по значению ускорения(a) - -0.1210
тело не преодолело силу трения и не начало движения

анализ движение тела при α равной - 53
рассчитаем значение силы сопротивления опоры(N) - 29.4889
найдем значение силы трения(F_{tr}) - 38.3356
проанализируем движение тела по значению ускорения(a) - 0.1595
тело начнет двигаться вниз по наклонной поверхности

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе курсовой работы были выполнены следующие задачи:

- Рассмотрена теория и составлена математическая модель задачи
- Разработана программа для вычисления значений эксперимента
- Проанализированы полученные программой значения
- Выявлена зависимость движения тела по наклонной поверхности

ЛИТЕРАТУРА

1. Кабардин О. Ф. // Физика. –М., Просвещение, 1985. // С. 20- 31
2. значение коэффициента трения // <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 16.12.2020)