

Краевая научно-практическая конференция  
учебно-исследовательских работ учащихся 9-11 классов  
«Прикладные и фундаментальные вопросы математики»

Математическое моделирование

**Математическая модель движения сваи в грунте**

Леденцов Никита Михайлович,  
11 кл., МБОУ «Лицей №1», г. Пермь,  
Анфёрова Ольга Константиновна,  
учитель физики.

Пермь. 2014.

## Оглавление

Введение .....	3
Концептуальная постановка задачи .....	3
Схема .....	4
Математическая постановка .....	4
Решение задачи .....	4
Решение задачи. Графики зависимостей .....	5
Научный опыт .....	6
Выводы .....	7
Примечание .....	7
Список литературы .....	8

## **Введение**

Цель моей учебно-исследовательской работы – построить математическую модель движения сваи в грунте, ответить на такие вопросы «Возможно ли создать копр, который бы работал бесшумно?», «Какова эффективность такого метода забивания сваи?». Современные копры производят слишком много шума при забивания сваи в грунт. Вычислить эффективность заданного мной копра, на примере математической модели.

### **Концептуальная постановка задачи**

Декомпозиция задачи:

#### 1. Свая

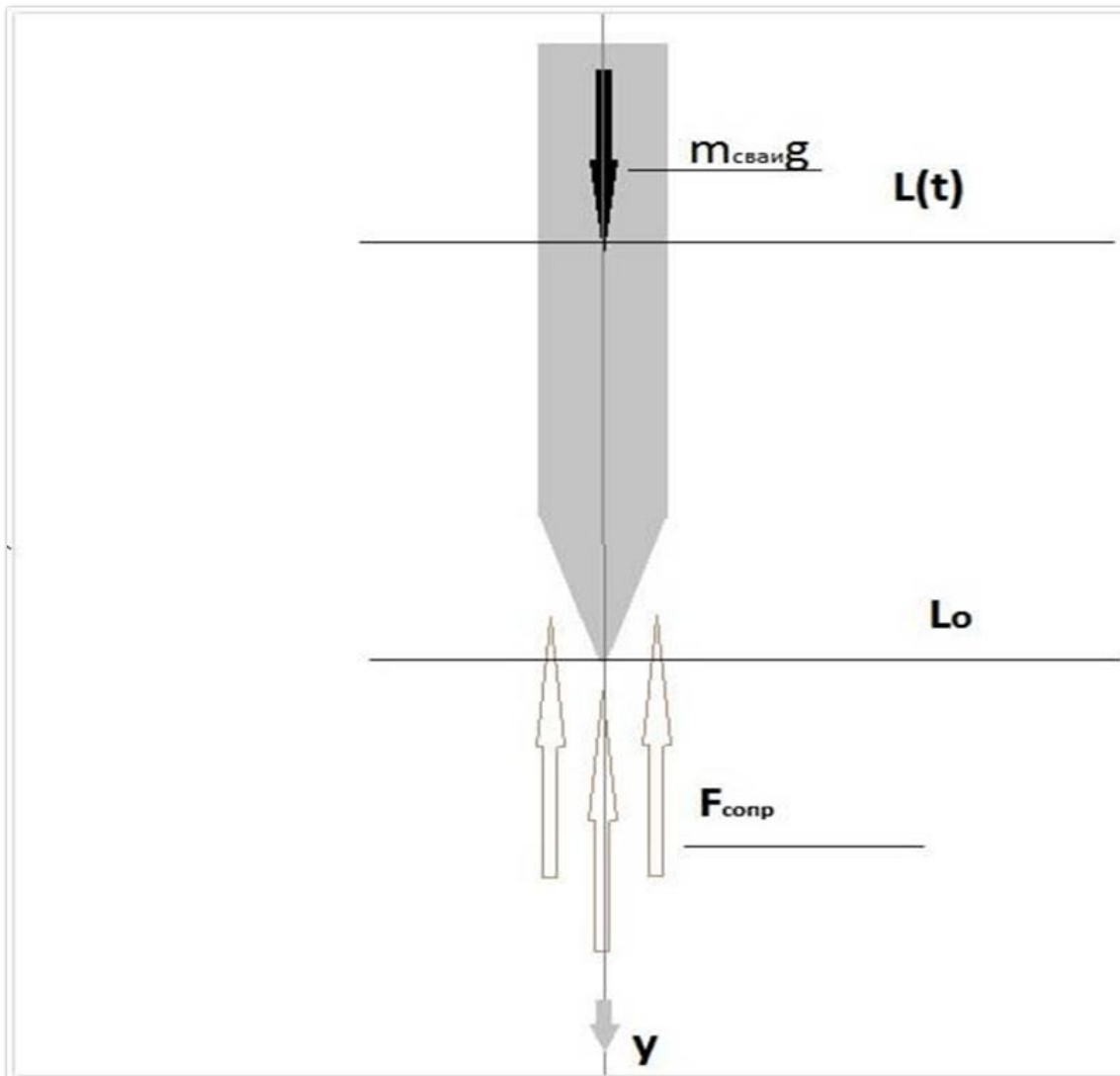
- Считаем массу сваи постоянной  $m=700\text{кг}$
- Считаем длину сваи постоянной  $L_c=3\text{м}$
- Движение сваи рассматриваем как перемещение материальной точки

#### 2. Грунт

- Имеет постоянный коэффициент трения
- Не имеет размеров
- Характер структуры - однородный

3. Сила копра с которой он действует на сваю постоянна т.е. молот как бы давит на сваю

## Схема



## Математическая постановка

Уравнения

$$a(t) = (F_{копра} - F_{соп.гр} - F_{тр}) / m + g$$

$$1) F_{копра} = 10000 \text{ Н}$$

$$2) F_{соп.гр} = S \cdot n$$

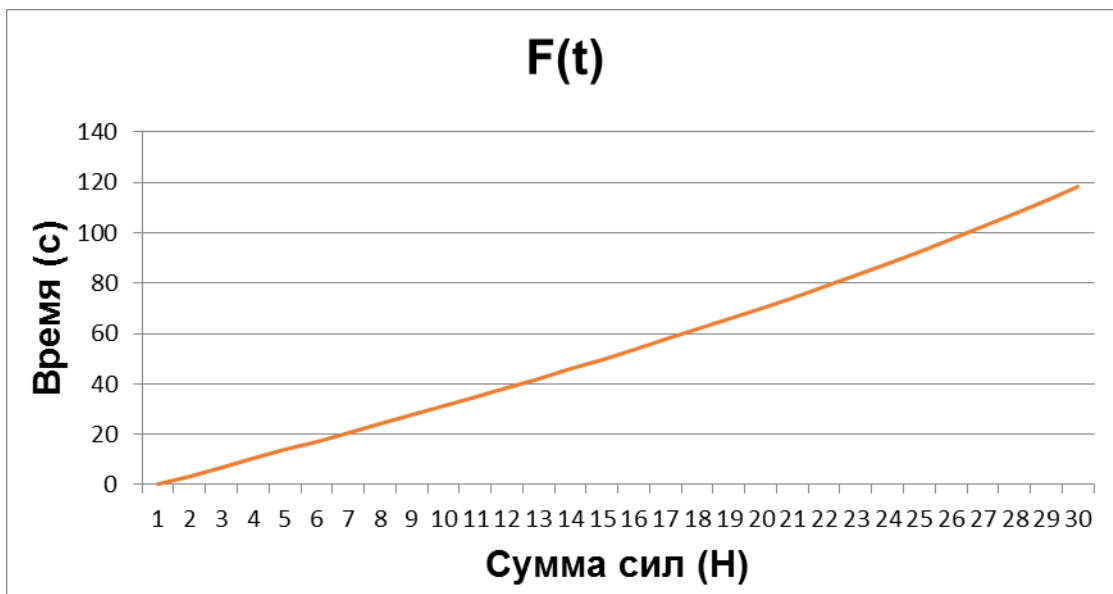
$$3) F_{тр} = L_{лог.ч} \cdot k$$

## Решение задачи

Значение параметров задачи:

- 1) Масса сваи  $m=700$  кг
- 2) Длина сваи  $L_c=3$  м
- 3) Площадь сечения  $S=0,1$  кв.м
- 4) Ускорение свободного падения  $g=9,8$ м/с<sup>2</sup>
- 5) Сила прикладываемая копром  $F_m=10'000$  Н
- 6) Коэффициент трения грунта  $k=100$  Н/м
- 7) Коэффициент сопротивления грунта  $n=300$  Н/кв.м

### Решение задачи. Графики зависимостей





### Научный опыт

Был проведён научный опыт, который показал что математическая модель верна. Опыт заключался в следующем, в однородную среду (ПГС) помещали гвозди длиной 200 мм, с разным давлением на шляпку гвоздя. Сила с которой гвозди «забивались» в данный грунт были 50, 100, 200 (Н)

Сила «копра» (Н)	Длина пог. Части (мм)
50	40
100	65
200	100

Погрешность данного опыта минимально для стального гвоздя, забиваемого в ПГС, однако, для изучения поведения ж/б сваи непосредственно в грунт.

## **Выводы**

По мере забивания сваи в грунт, сила трения растёт пропорционально длине погруженной части, следовательно если свая будет более длинной, то силы молота не хватит для её забивания. Доказав данное на опыте. Опыт показал что массы груза недостаточно для забивания гвоздя, также видно что по мере его погружения, силы сопротивления возрастают пропорционально длине погружения. В дальнейшем развитие работы будут проведены опыты по забиванию уменьшенной модели ж/б сваи в несколько типов грунтов: ПГС, чернозём, и др. Для получения более точных коэффициентов трения между сваем и грунтом, т.к. из за отсутствия данных коэффициентов точность данной модели очень приближительна

## **Примечание**

Для построения графиков 1 и 2, была использована среда разработки Microsoft Excel. Для дифференцирование уравнения движения сваи был использован метод Эйлера.

## **Список литературы**

1. Учебник для 10кл автор Мякишев Г.Я.