

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий

Кафедра вычислительной техники

## **ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №2**

# **«Моделирование физической системы средствами электронных таблиц»**

Преподаватель

подпись, дата

Пушкарёв К.В.  
инициалы, фамилия

Студент КИ15-08Б

подпись, дата

Войченко В.В.  
инициалы, фамилия

Красноярск 2016

### **Цели работы:**

1. Получение начального понятия о математическом моделировании.
2. Получение навыков использования сложных формул в электронных таблицах на примере редактора Calc.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Выполнить все задания.
2. Продемонстрировать выполнение заданий преподавателю.
3. Подготовить отчёт.
4. Защитить лабораторную работу перед преподавателем.

**Указания:** Работу выполнять индивидуально.

### **Задания**

1. Создать электронную таблицу, моделирующую поведение математического маятника (рис. 1).

Вверху таблицы должны находиться ячейки для ввода постоянных параметров: длины подвеса  $L$ , ускорения свободного падения  $g$ , массы груза  $m$ . Этим ячейкам должны быть присвоены указанные имена для ссылок в формулах.

Рядом с каждой ячейкой параметра

должна быть ячейка с подписью — именем параметра.

Углы отсчитываются от нижней точки против часовой стрелки от  $0$  до  $\pi$ , по часовой стрелке от  $0$  до  $-\pi$ . Декартова система координат  $xOy$  имеет начало в точке подвеса маятника, ось  $x$  направлена вправо, ось  $y$  — вниз. Декартова система координат  $vO'w$

имеет начало в точке размещения груза, ось  $v$  направлена в сторону возрастания углов, ось  $w$  направлена в точку  $O$ .

Столбцы основной таблицы:

- A) Время  $t$ .
- B) Изменение времени с предыдущего шага (строки)  $dt$
- C) Угол отклонения маятника от вертикали  $\alpha$ .
- D) Координата груза  $x$ .
- E) Координата груза  $y$ .
- F) Скорость груза (компонента  $v$ )  $vv$ .
- G) Скорость груза (компонента  $w$ )  $vw$ .
- H) Полное ускорение груза (компонента  $v$ )  $av$ .
- I) Полное ускорение груза (компонента  $w$ )  $aw$ .
- J) Ускорение, вызванное реакцией подвеса (компонента  $v$ ),  $arv$ .
- K) Ускорение, вызванное реакцией подвеса (компонента  $w$ ),  $arw$ .
- L) Ускорение, вызванное силой тяжести (компонента  $v$ ),  $gv$ .
- M) Ускорение, вызванное силой тяжести (компонента  $w$ ),  $gw$ .
- N) Полная энергия системы  $E$ .
- O) Кинетическая энергия системы  $E_k$ .
- P) Потенциальная энергия системы  $E_p$

2. Заполнить таблицу для  $t$  от 0 до 5 с с шагом 0,001.

3. Построить на отдельном листе электронной таблицы график  $\alpha(t)$  и график кривой  $x =$

$x(t)$ ,  $y = y(t)$ . Добавить подписи осей. Направить ось  $y$  вниз на втором графике.

4. С помощью таблицы определить период колебаний при  $\alpha(0) = \pi/6, 2\pi/6, \dots, 5\pi/6$ .

Результаты записать в на отдельном листе таблицы. Построить график зависимости периода от начального угла отклонения. Сравнить полученные значения с результатами вычисления периода по формуле для малых колебаний  $T = 2\pi\sqrt{L/g}$ .

Параметры

Параметр	Значение
$m$	1 кг.
$l$	1 м.
$g$	9,81 м/с <sup>2</sup>

Результаты работы:

Отчёт, включающий используемые формулы, таблицу и графики.

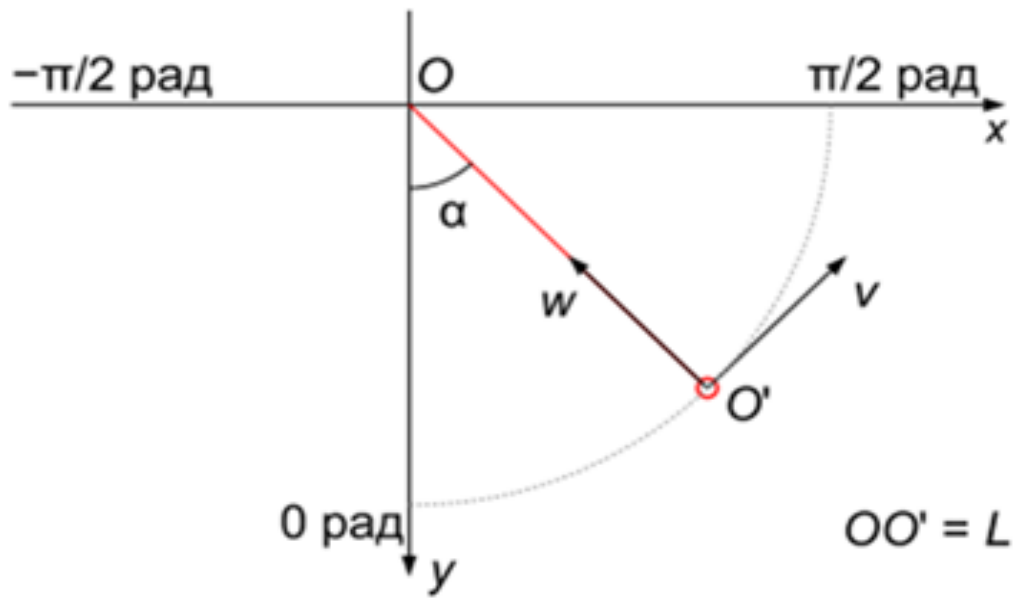


рис 1.

Используемые формулы:

$$a_i = \frac{a_{i-1} * \Delta t_{i-1}}{L}$$

$$x_i = L * \sin(a_i)$$

$$y_i = L * \cos(a_i)$$

$$v_{vi} = v_{vi-1} + a_{vi-1} * \Delta t$$

$$v_w = 0$$

$$E = E_k + E_p$$

$$E_k = \frac{m * (v_v^2 + v_w^2)}{2}$$

$$E_p = m * g * L * (1 - \cos(a))$$

График зависимости угла отклонения от времени ( $\pi/6$ ):

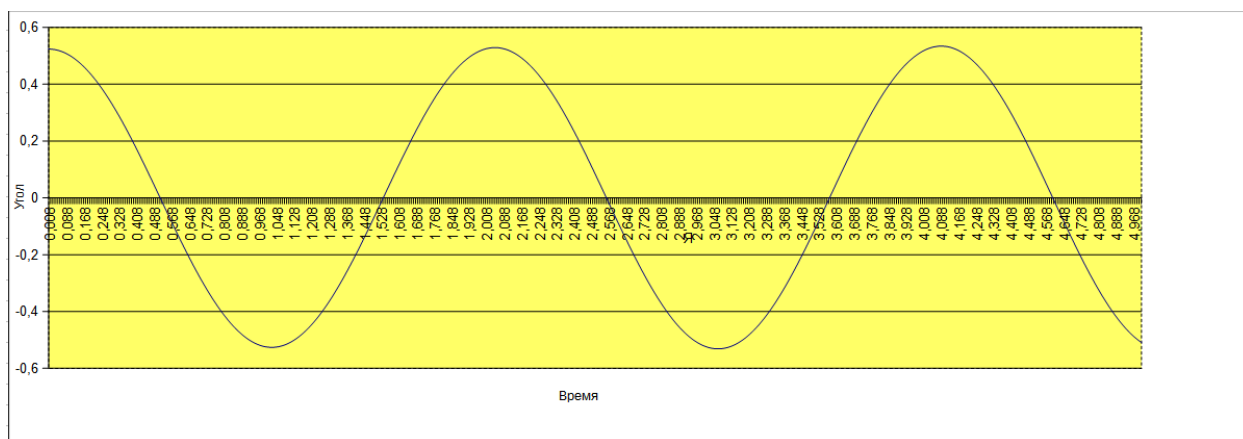


рис. 2

График зависимости координат:

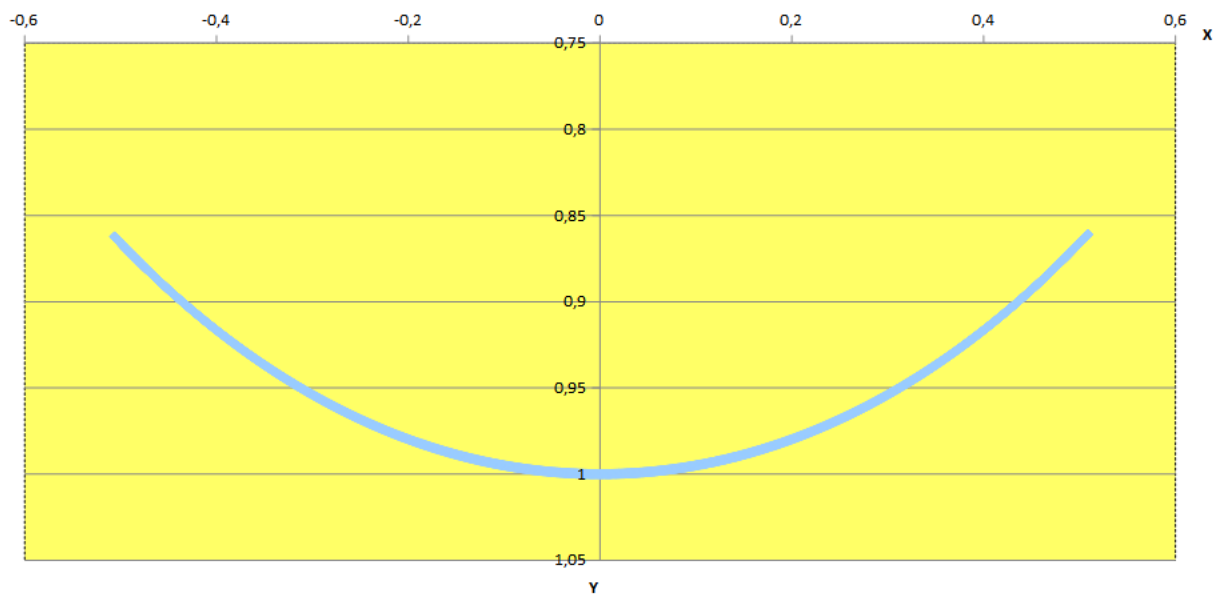
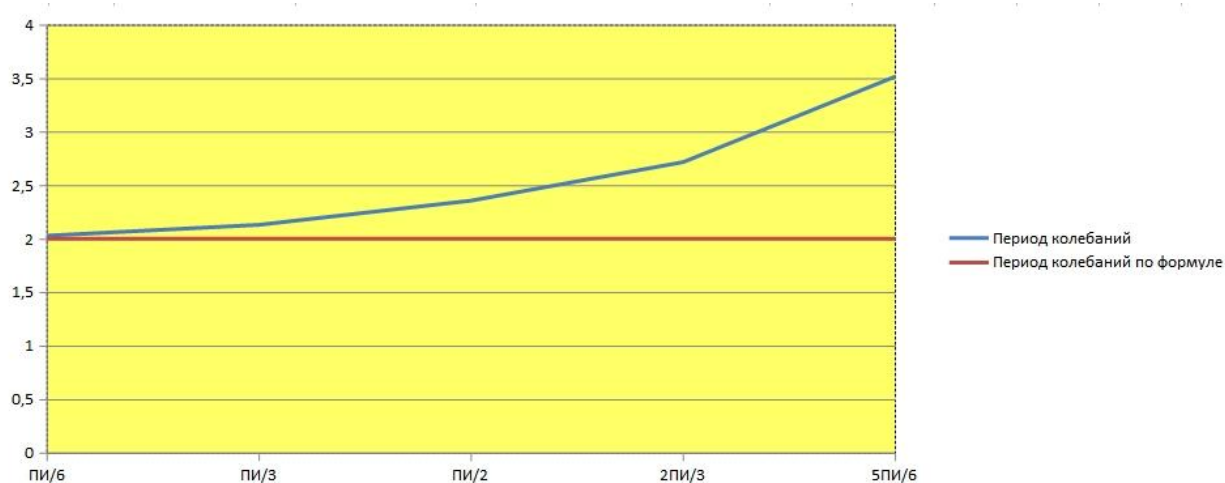


Таблица зависимости периода колебаний от начального угла

Угол	Время	Период полных колебаний по графику (рис. 2)	Период колебаний по графику (рис. 2)	Период колебаний по формуле
$\pi/6$	4,068	2	2,034	2,006066681
$\pi/3$	4,272	2	2,136	2,006066681
$\pi/2$	4,723	2	2,3615	2,006066681
$2\pi/3$	2,722	1	2,722	2,006066681
$5\pi/6$	3,521	1	3,521	2,006066681



Фрагмент полученной таблицы:

m, масса	1														
l, длина	1														
g, ускорение свободного Падения	9,81														
t	dt	alpha	x	y	Vv	Vw	av	aw	arv	Arw	gv	gw	E	Ek	Ep
0,000		0,524	0,500	0,866	0,000	0,000	-4,905	0,000	0,000	8,496	-4,905	-8,496	1,314	0,000	1,314
0,001	0,001	0,524	0,500	0,866	-0,005	0,000	-4,905	0,000	0,000	8,496	-4,905	-8,496	1,314	0,000	1,314
0,002	0,001	0,524	0,500	0,866	-0,010	0,000	-4,905	0,000	0,000	8,496	-4,905	-8,496	1,314	0,000	1,314
0,003	0,001	0,524	0,500	0,866	-0,015	0,000	-4,905	0,000	0,000	8,496	-4,905	-8,496	1,314	0,000	1,314
0,004	0,001	0,524	0,500	0,866	-0,020	0,000	-4,905	0,000	0,000	8,496	-4,905	-8,496	1,314	0,000	1,314
0,005	0,001	0,524	0,500	0,866	-0,025	0,000	-4,905	0,000	0,000	8,496	-4,905	-8,496	1,314	0,000	1,314
0,006	0,001	0,524	0,500	0,866	-0,029	0,000	-4,904	0,000	0,000	8,496	-4,904	-8,496	1,314	0,000	1,314
0,007	0,001	0,523	0,500	0,866	-0,034	0,000	-4,904	0,000	0,000	8,496	-4,904	-8,496	1,314	0,001	1,314
0,008	0,001	0,523	0,500	0,866	-0,039	0,000	-4,904	0,000	0,000	8,496	-4,904	-8,496	1,314	0,001	1,314
0,009	0,001	0,523	0,500	0,866	-0,044	0,000	-4,903	0,000	0,000	8,497	-4,903	-8,497	1,314	0,001	1,313
0,010	0,001	0,523	0,500	0,866	-0,049	0,000	-4,903	0,000	0,000	8,497	-4,903	-8,497	1,314	0,001	1,313
0,011	0,001	0,523	0,500	0,866	-0,054	0,000	-4,903	0,000	0,000	8,497	-4,903	-8,497	1,314	0,001	1,313
0,012	0,001	0,523	0,500	0,866	-0,059	0,000	-4,902	0,000	0,000	8,497	-4,902	-8,497	1,314	0,002	1,313
0,013	0,001	0,523	0,500	0,866	-0,064	0,000	-4,902	0,000	0,000	8,498	-4,902	-8,498	1,314	0,002	1,312
0,014	0,001	0,523	0,500	0,866	-0,069	0,000	-4,901	0,000	0,000	8,498	-4,901	-8,498	1,314	0,002	1,312