

**Отчет по лабораторной работе №5**  
**«Расчет колебаний балки под действием периодической**  
**нагрузки»**

Выполнила:  
студентка 3 курса  
кафедры «Теоретическая Механика»  
Погодина В. С.  
Проверил:  
Ле-Захаров С. А.

## Постановка задачи

Имеется балка, один конец которой – заделка. На правый конец балки по периодическому закону действует сила. Период равен  $T_0$ . Сечение балки имеет вид прямоугольника. Требуется численно найти прогиб правого конца в зависимости от времени. На рисунке 1 показана балка, а на рисунке 2 профиль балки. Ниже приведены значения силы ( $F$ ), модуля Юнга ( $E$ ), коэффициента Пуассона ( $\nu$ ), геометрические параметры балки ( $a$ ,  $b$ ).  $T_0$  – период, соответствующий первой собственной частоте балки,  $\Delta t$  – время, в течение которого действует сила.



Рис. 1. Балка

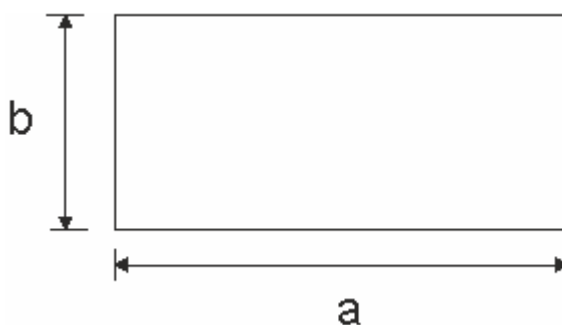


Рис. 2 Профиль

$$|F| = 1000 \text{ Н}$$

$$L = 1 \text{ м}$$

$$T_0 = 0.854 \text{ с}$$

$$a = 0.02 \text{ м}$$

$$b = 0.01 \text{ м}$$

$$E = 2e11 \text{ Па}$$

$$\nu = 0.35$$

$$\Delta t = 0.002 \text{ с}$$

Граничные условия заданы в соответствии с формулой 1, а сила в соответствии с формулой 2.

$$\begin{cases} U_y|_{x=0} = 0 \\ U_x|_{x=0} = 0 \\ \varphi_z|_{x=0} = 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$F_{|x=l} = \begin{cases} 1000 \text{ H}, t = k * T_0, k \in Z \\ 1000 \text{ H}, t = k * T_0 + \Delta t, k \in Z \\ 0, t \neq k * T_0 \end{cases} (2)$$

## Реализация в пакете Abaqus

Данная задача является динамической трехмерной задачей. Задача решается методом конечных элементов. Строится сетка, размер элемента которой равен 0.01 м. Сетка линейная, имеет тип B21. У каждого узла есть 2 перемещения и поворот вокруг оси, перпендикулярной этим двум. Ниже приведен эскиз балки. (Рис. 5) На правый конец балки через каждые  $T_0$  с. перпендикулярно действует сила, равная  $F$ . Время задачи равно 1с. Шаг разбиения по времени равен 0.002 с.

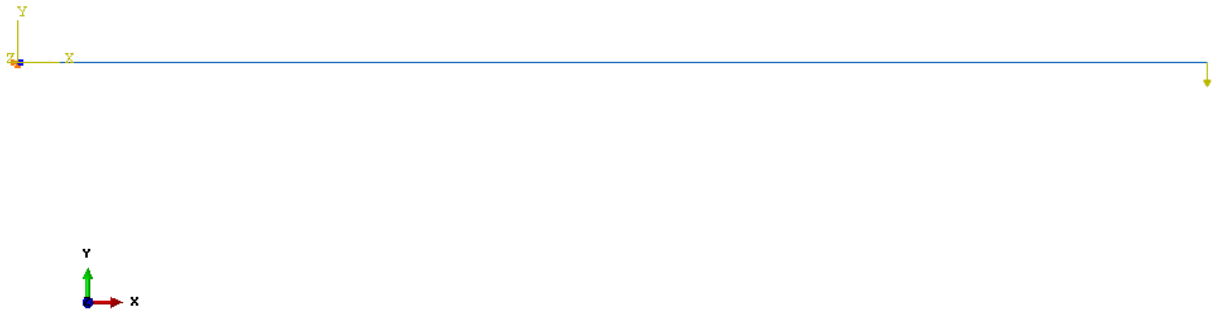
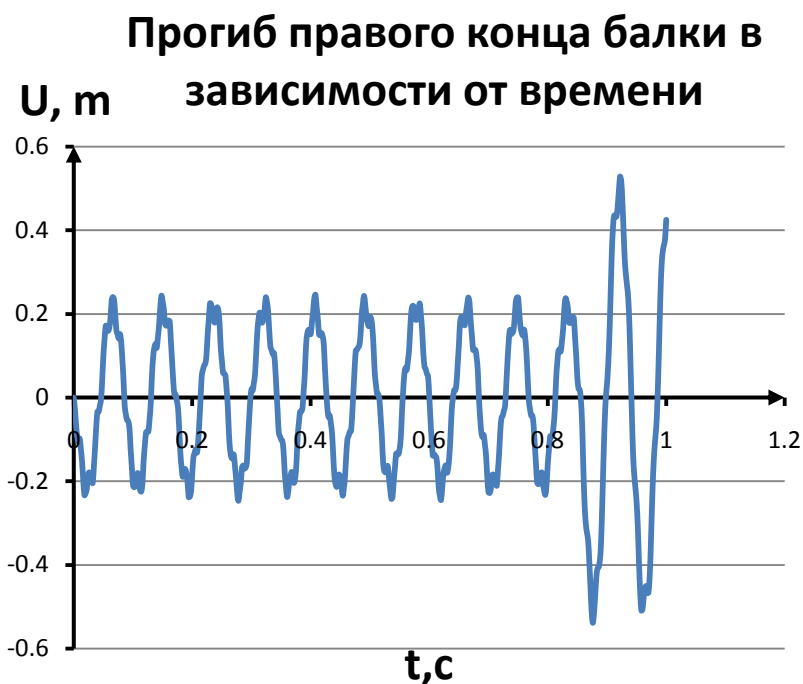


Рис. 3 Балка

## Численное решение

Получены следующие результаты:

- 1.) Был построен график прогиба балки в зависимости от координаты. (Рис. 4)



*Рис.3 Прогиб по оси y*

## Выводы

Был вычислен прогиб правого конца балки в зависимости от времени. После первого толка балка пришла в движение и правый конец балки начал колебаться относительно положения равновесия. После второго толка амплитуда колебаний возросла на 122 %. Это означает, что приложенная сила попала в фазу колебаний.