

3. Черный ящик [В Интернете] // Википедия. -27.4.2017 г. -  
[https://ru.wikipedia.org/wiki/Чёрный\\_ящик](https://ru.wikipedia.org/wiki/Чёрный_ящик).

УДК 629.113-585

## ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Курьянов П.В.

Научный руководитель – Марцинкевич В.С., ст. преподаватель

Рассмотрим колебательную систему, изображенную ниже, которая состоит из двух одинаковых масс  $m_1=m_2=m$ , соединенных жесткостями  $C_1=C_2=C$  и  $C_0$ .

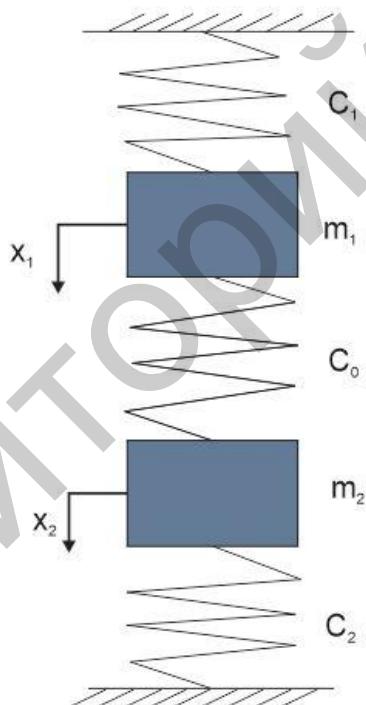


Рисунок 1. Схема конструкции

Такая система зависит от трех параметров  $C$ ,  $C_0$ ,  $m$ .

Предположим, что по техническим условиям эти параметры обязаны находиться в заранее заданных пределах:

$$\begin{cases} C^* \leq C \leq C^{**} \\ C_0^* \leq C_0 \leq C_0^{**} \\ m^* \leq m \leq m^{**} \end{cases} \quad (1)$$

Требуется выбрать параметры оптимальным образом так, чтобы они удовлетворяли двум критериям:

$$W_i = W_i(C, C_0, m) \rightarrow \min, i = 1, 2 \quad (2)$$

Получим эти критерии исходя из рассматриваемой задачи. Свободные колебания системы описываются системой дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} m_1 \ddot{x}_1 + C_1 x_1 + C_0(x_1 - x_2) = 0 \\ m_2 \ddot{x}_2 + C_2 x_2 + C_0(x_2 - x_1) = 0 \end{cases}, \quad (3)$$

Где  $x_1$  и  $x_2$  - смещения масс  $m_1$  и  $m_2$ . Решение системы будем искать в виде:

$$x_1 = A_1 \cos(wt + \varphi), x_2 = A_2 \cos(wt + \varphi) \quad (4)$$

Поставив (4) в (3), получим однородную алгебраическую систему

$$\begin{cases} (m_1 w^2 + C_1 + C_0)A_1 + C_0 A_2 = 0 \\ (m_2 w^2 + C_2 + C_0)A_2 + C_0 A_1 = 0 \end{cases}$$

Приравняв к нулю определитель этой системы, получим биквадратное уравнение для нахождения  $w$ :

$$m_1 m_2 w^4 + [m_1(C_2 + C_0) + m_2(C_1 + C_0)]w^2 + C_1 C_2 + C_0(C_1 + C_2) = 0$$

Положительные корни этого уравнения при  $m_1 = m_2 = m$  и  $C_1 = C_2 = C$  выражаются формулами:

$$w_1 = \sqrt{\frac{C}{m}}, w_2 = \sqrt{\frac{(C + 2C_0)}{m}} \quad (5)$$

В процессе конструирования колебательной системы приходится уделять внимание значениям собственных частот  $w$ , чтобы избежать нежелательных резонансных явлений. Предположим, что конструктор заинтересован в том, чтобы уменьшить частоту  $w_2$ . В этом случае можно ввести критерий  $W_1 = \frac{C+2C_0}{m} \rightarrow \min$  (6) и считать, что чем меньше  $W_1$ , тем лучше колебательная система.

Предположим, что одновременно с уменьшением частоты  $w_2$  конструктору желательно уменьшать также массу системы, которая равна  $2m$ . Тогда можно ввести второй критерий  $W_1 = m \rightarrow \min$  (7) и считать, что система тем лучше, чем меньше  $W_2$ .

Введем в рассмотрение критерии  $W_1OW_2$ . Каждому набору параметров  $C, C_0, m$  соответствует пара чисел  $W_1$  и  $W_2$ , вычисляемых по формулам (6) и (7), т.е. точка  $(W_1, W_2)$  на плоскости критериев. Формулы (6) и (7) позволяют найти множество точек  $(W_1, W_2)$  на плоскости критериев, которые получаются при изменении параметров  $C, C_0, m$  в пределах (1). Это множество изображают ниже:

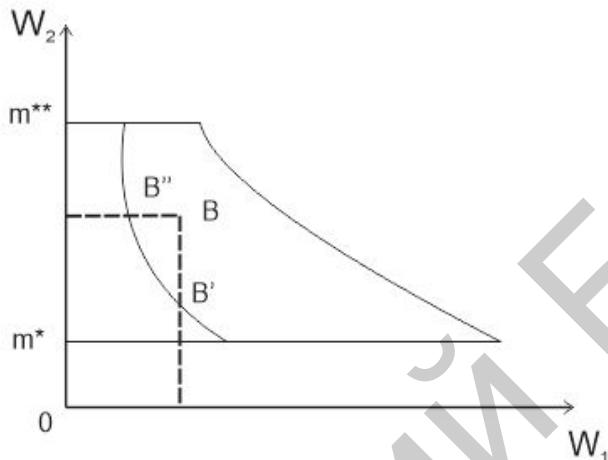


Рисунок 2. График зависимость  $W_2$  от  $W_1$

Рассмотрим левую нижнюю границу этого множества, состоящую из дуги гиперболы:

$$W_1 W_2 = C^* + 2C_0^* \quad (8)$$

Покажем, что точки расположенные вне гиперболы (8), не могут соответствовать наилучшему решению. Для этого выберем какую-нибудь точку  $B$ . Проведя через эту точку вертикальную и горизонтальную прямые, получим на гиперболы точки  $B'$  и  $B''$ . Т.к. абсциссы точек  $B$  и  $B'$  совпадают (т.е. значения  $W_1$  в этих точках равны), а ординаты меньше, чем ордината  $B$  (т.е. значение  $W_1$ , соответствующая точке  $B'$ , лучше чем система, соответствующая точке  $B$ ).

Точно так же доказывается, что система, соответствующая точке  $B''$  лучше, чем система соответствующая точке  $B$ .

Отсюда вывод: наилучшие решения следует искать среди систем соответствующих точкам, расположенным на дуге гиперболы (8).

#### Литература

1. Бишоп Р. Е. Колебания: Учебное пособие. – Москва/Наука, 1968.- С.166.

2. Петровский, А. Л. Влияние Коэффициентов жесткости и демпфирования на колебания системы с двумя степенями свободы: Учебное пособие. – Минск/БНТУ, 2015. – С. 243.

3. Сергеев В. И. Теория колебаний и волн: Учебное пособие.- Минск/БНТУ, 2003. – С.28.

УДК 338.12

## **АНАЛИЗ ФИНАНСОВОЙ ОТЧЁТНОСТИ ОТКРЫТОГО АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА «МИНСКИЙ ТРАКТОРНЫЙ ЗАВОД»**

Мороз Ю.С., Нечаева В.В.

Научный руководитель – Щукин М.В., к.ф.-м.н., доцент

Минский тракторный завод (МТЗ) был основан 29 мая 1946 года. За более чем семидесятилетнюю историю своего существования завод превратился в одного из крупнейших производителей сельскохозяйственной техники в мире, на котором работает более 17 000 человек.

В настоящее время Минский тракторный завод входит в восьмерку мировых лидеров-производителей сельскохозяйственной техники.

29 января 2014 года Приказом Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь Производственное объединение «Минский тракторный завод», Республиканское унитарное предприятие «Минский тракторный завод» реорганизованы в Открытое акционерное общество «Минский тракторный завод».

В данный момент продукция Минского тракторного завода поставляется в более чем 80 стран мира.

Нами были проведены исследования финансовых показателей Минского тракторного завода, с точки зрения инвестирования, согласно книге под названием «Разумный инвестор», автором которой является известный американский экономист и профессиональный инвестор Бенджамин Грэхем. По сегодняшним меркам он являлся бы миллиардером. Его часто называют «отец инвестирования на основе ценности».

И мы хотим вам представить разработанную нами таблицу анализа ценных бумаг Минского тракторного завода.