

Задание на лабораторную работу №3

«Силовой резонанс»

- 1) Рассмотреть точный резонанс $\omega = \omega_0$. Учесть малое, но конечное значение частоты затухания $\nu \ll \omega$. Положить: $\omega_0 = 1$, $\nu = 0.04$, $f = 4$. Начальные значения координаты и скорости – нулевые (как уже заложено в программе). При описании этого случая в дос-файле обратить внимание на следующее:
 - Характер зависимостей координаты $Z^{(1)}$ от времени $Z^{(0)}$;
 - Характер зависимостей скорости $Z^{(2)}$ от времени $Z^{(0)}$;
 - Отметить, что на временах меньших чем время установления колебаний $t_{stat} \sim 1/\nu$ амплитуду вынужденных колебаний растет по линейному закону.
 - Описать фазовую траекторию системы. Отметить возникновение предельного цикла, соответствующего установившимся вынужденным колебаниям.
- 2) Рассмотреть случай $\omega = 0.2$. Учесть малое, но конечное значение частоты затухания $\nu \ll \omega$. Положить: $\omega_0 = 1$, $\nu = 0.01$, $f = 4$. Начальные значения координаты и скорости – нулевые (как уже заложено в программе). При описании этого случая в дос-файле обратить внимание на следующее:
 - Сравнить характер зависимостей координаты $Z^{(1)}$ от времени $Z^{(0)}$ с соответствующими зависимостями для точного резонанса. Отметить возникновение высокочастотных искажений (с частотой равной собственной частоте колебаний системы $\omega_0 = 1$) медленных колебаний (с частотой равной частоте внешней силы $\omega = 0.2$) на этапе установления вынужденных колебаний (переходной процесс);
 - Выполнить аналогичный сравнительный анализ для зависимостей скорости $Z^{(2)}$ от времени $Z^{(0)}$;
 - Смоделировать суперпозицию колебаний на собственной частоте ($\omega_0 = 1$) и частоте вынуждающей силы ($\omega = 0.2$) с помощью выражения:

$$x(t) := a_0 \cdot \sin(x) + a_1 \cdot \sin(\omega \cdot x)$$

положив в нем: $a_0 = 2$ и $a_1 = -9$.

3) Рассмотреть случай $\omega = 0.8$. Учесть малое, но конечное значение частоты затухания $\nu \ll \omega$. Положить: $\omega_0 = 1$, $\nu = 0.01$, $f = 4$. Начальные значения координаты и скорости – нулевые (как уже заложено в программе). При описании этого случая в дос-файле обратить внимание на следующее:

- Сравнить характер зависимостей координаты $Z^{(1)}$ от времени $Z^{(0)}$ с соответствующими зависимостями для точного резонанса. Отметить, что на этапе установления колебаний возникают биения в результате сложения колебаний с близкими частотами ω_0 и ω . Указать, что амплитуда биений поочередно возрастает и убывает со сравнительно низкой частотой $|\omega - \omega_0|/2$. Отметить, что при наличии потерь (то есть, когда частота затухания ν отлична от нуля) этот процесс становится все менее выраженным по мере затухания вклада колебаний на собственной частоте.
- Отметить аналогичный характер зависимостей скорости $Z^{(2)}$ от времени $Z^{(0)}$
- Смоделировать возникновение таких биений. Выполнить суперпозицию колебаний на собственной частоте ($\omega_0 = 1$) и частоте вынуждающей силы ($\omega = 0.8$) с помощью выражения:

$$x(t) := a_0 \cdot \sin(x) + a_1 \cdot \sin(\omega \cdot x)$$

положив в нем: $a_0 = 1$ и $a_1 = 1$.

4) Рассмотреть случай $\omega = 2$. Учесть малое, но конечное значение частоты затухания $\nu \ll \omega$. Положить: $\omega_0 = 1$, $\nu = 0.01$, $f = 4$. Начальные значения координаты и скорости – нулевые (как уже заложено в программе). При описании этого случая в дос-файле обратить внимание на следующее:

- Сравнить характер зависимостей координаты $Z^{(1)}$ от времени $Z^{(0)}$ с соответствующими зависимостями для точного резонанса. Отметить, что на этапе установления колебаний быстрые вынужденные колебания неизменной амплитуды происходят около некоторого движущегося среднего положения, которое совершает медленные затухающие колебания на собственной частоте осциллятора. Когда медленные собственные колебания затухают, остаются только быстрые колебания.

- Отметить аналогичный характер зависимостей скорости $Z^{(2)}$ от времени $Z^{(0)}$
- Смоделировать возникновение таких биений. Выполнить суперпозицию колебаний на собственной частоте ($\omega_0 = 1$) и частоте вынуждающей силы ($\omega = 2.0$) с помощью выражения:

$$x(t) := a_0 \cdot \sin(x) + a_1 \cdot \sin(\omega \cdot x)$$

положив в нем: $a_0 = 1$ и $a_1 = -1$.

В отчет (doc-файл) вставить описываемые картинки из MathCad-файла.

Оформить отчет в соответствии с требованиями, описанными в дистанционном курсе.