

Шамутдинов Айдар Харисович, Заверуха Сергей Николаевич

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОРИГИНАЛЬНОЙ ЧАСТИ ШЕСТИКООРДИНАТНОГО МАНИПУЛЯТОРА НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ СТЕНДЕ**

В данной статье экспериментально исследованы динамические параметры оригинальной части шестикоординатного манипулятора: диапазоны собственных частот, резонансных частот и декременты затухания колебаний исследуемого макета с целью применения его эксплуатационных свойств и возможностей в технологическом оборудовании машиностроительного производства.

Адрес статьи: [www.gramota.net/materials/1/2014/3/49.html](http://www.gramota.net/materials/1/2014/3/49.html)

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

**Альманах современной науки и образования**

Тамбов: Грамота, 2014. № 3 (82). С. 176-182. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: [www.gramota.net/editions/1.html](http://www.gramota.net/editions/1.html)

Содержание данного номера журнала: [www.gramota.net/materials/1/2014/3/](http://www.gramota.net/materials/1/2014/3/)

**© Издательство "Грамота"**

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: [www.gramota.net](http://www.gramota.net)

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: [almanac@gramota.net](mailto:almanac@gramota.net)

## RUSSIA AND INTERNATIONAL FINANCIAL INTEGRATION PROCESS

Tsar'kova Lyubov' Nikolaevna

MATI – Russian State Technological University  
mixantyt@mail.ru

The article analyzes the opportunities that are cleared for Russia economy as a whole and its financial system in particular after the inclusion into the world capital movement. The key factors and consequences of the domestic and world financial systems integration are considered. The author also explores the prospects of this integration process.

*Key words and phrases:* foreign investments; world economic system; globalization; integration; economic growth.

УДК 621.01

**Технические науки**

*В данной статье экспериментально исследованы динамические параметры оригинальной части шестикоординатного манипулятора: диапазоны собственных частот, резонансных частот и декременты затухания колебаний исследуемого макета с целью применения его эксплуатационных свойств и возможностей в технологическом оборудовании машиностроительного производства.*

*Ключевые слова и фразы:* макет оригинальной части манипулятора; виброанализатор «Диана-2М»; вибродатчик; временная реализация свободных колебаний; логарифмический декремент затухания колебаний.

**Шамутдинов Айдар Харисович**, к.т.н.**Заверуха Сергей Николаевич**Омский автобронетанковый инженерный институт  
1972id@list.ru**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОРИГИНАЛЬНОЙ ЧАСТИ ШЕСТИКООРДИНАТНОГО МАНИПУЛЯТОРА НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ СТЕНДЕ<sup>©</sup>**

Установка экспериментального стенда состояла из оригинальной части шестикоординатного манипулятора (ОЧШМ – 1, 2, 3) [1-4], основания 4, двигателя 5 с эксцентриком 7, вольтметра 8 и виброанализатора «Диана-2М» 9 с вибродатчиком 6 (Рис. 1). Для устойчивости ОЧШМ была закреплена на основании 4 четырьмя болтами. Таким образом, исключались сдвиги и наклоны ОЧШМ под действием сил его тяжести и возбуждающей силы, возникающей при вращении эксцентрика. Для определения собственных частот ОЧШМ использовался способ мгновенного приложения нагрузки, когда колебания возбуждались ударом. При помощи эксцентрикового возбудителя колебаний 7 (Рис. 1), задающего гармонические вынужденные колебания в переходном режиме (при пуске – остановке), частота изменялась в широком диапазоне путем изменения напряжения, контролируемого вольтметром 5, что позволяло определить, в том числе, значения резонансных частот.

Для получения полной картины поведения ОЧШМ под нагрузкой было проведено два этапа исследований:

*I этап:* колебания производились в плоскости XOY (Рис. 1);

*II этап:* колебания производились в плоскости YOZ (Рис. 2).

На каждом этапе исследуемых положений ОЧШМ было два:

- 1) ОЧШМ при минимальной длине стержней;
- 2) ОЧШМ при максимальной длине стержней.

В каждом из этих положений вначале создавалась ударная нагрузка на рабочий стол (РС) и опорно-поворотное устройство (ОПУ) ОЧШМ, и, с помощью виброанализатора «Диана-2М», записывались показания в виде графиков временных реализаций, частотного спектра и амплитудно-частотной характеристики собственных колебаний. Анализ временных реализаций позволил определить период и частоту собственных колебаний ОЧШМ различных конфигураций.

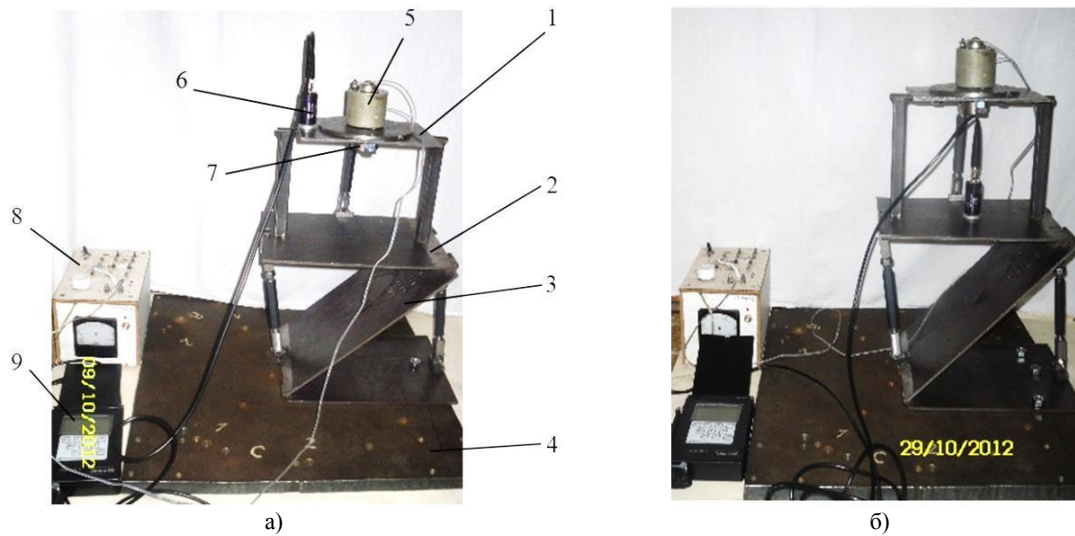
На Рис. 3, 4 представлены графики собственных колебаний ОПУ ОЧШМ.

На Рис. 5, 6 представлены графики вынужденных колебаний ОПУ ОЧШМ.

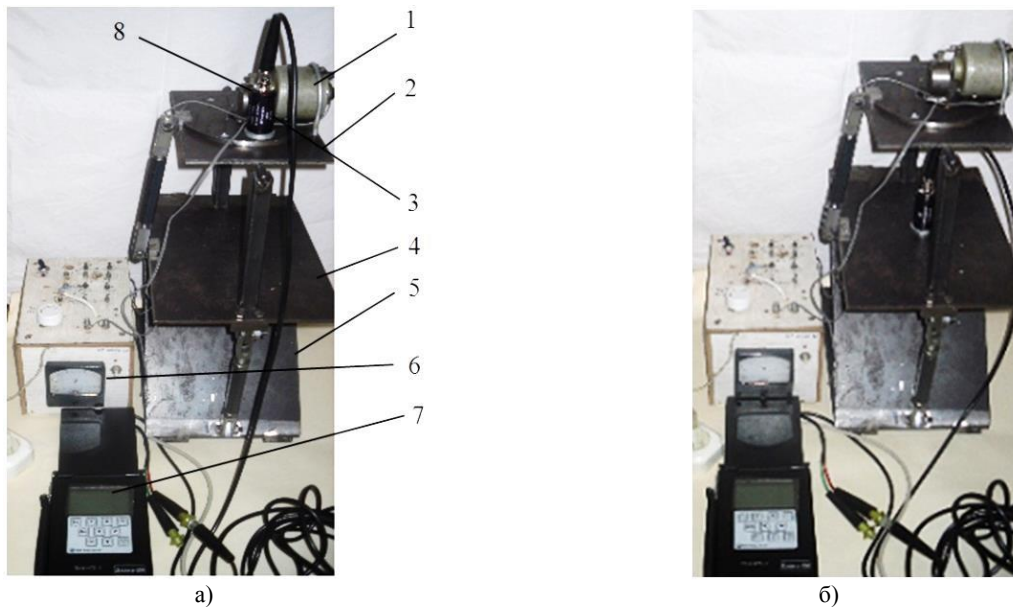
Диссипация энергии при колебаниях оценивается логарифмическим декрементом затухания. Значение логарифмического декремента затухания колебаний найдём, анализируя экспериментальные данные, по формуле:

$$\lambda = \frac{1}{m} \cdot \ln \frac{A_0}{A_m}, \quad (1)$$

где  $m$  – количество периодов колебаний между амплитудами начального  $A_0$  и конечного колебаний  $A_m$  [5].



**Рис. 1.** Колебания в плоскости XOY. ОЧШМ при минимальной длине стержней: а) датчик на РС; б) датчик на ОПУ. Позиции: 1 – рабочий стол ОЧШМ; 2 – опорно-поворотное устройство ОЧШМ; 3 – наклонная платформа ОЧШМ; 4 – основание; 5 – двигатель; 6 – виродатчик; 7 – эксцентрик; 8 – вольтметр; 9 – виброанализатор «Диана-2М».



**Рис. 2.** Колебания в плоскости YOZ. ОЧШМ при минимальной длине стержней: а) датчик на рабочем столе; б) датчик на ОПУ. Позиции: 1 – двигатель; 2 – рабочий стол ОЧШМ; 3 – виродатчик; 4 – опорно-поворотное устройство ОЧШМ; 5 – наклонная платформа ОЧШМ; 6 – вольтметр; 7 – виброанализатор «Диана-2М»; 8 – эксцентрик

Из Рис. 3 и Рис. 4 для РС по формуле (1) находим:

$$\lambda_{\min} = \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{3563,2}{628,01} \approx 0,87 \quad \text{и} \quad \lambda_{\max} = \frac{1}{5} \cdot \ln \frac{139,048}{2,856} \approx 0,78. \quad (2)$$

Аналогично, из Рис. 5 и Рис. 6 для ОПУ:

$$\lambda_{\min} = \frac{1}{3} \cdot \ln \frac{3814,95}{59,8926} \approx 1,38 \quad \text{и} \quad \lambda_{\max} = \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{2731,6}{290,92} \approx 1,12. \quad (3)$$

Из выражений (2) и (3) видно, что система по (3) обладает большей диссипацией, т.е. жесткость ОПУ выше жесткости РС.

На Рис. 7 на частотном спектре видны частоты свободных колебаний ОПУ для положения наибольшей жесткости ОЧШМ:  $k_1=100$  Гц,  $k_2=213$  Гц,  $k_3=480$  Гц,  $k_4=800$  Гц,  $k_5=946$  Гц, из которых максимальный пик по амплитуде при  $k_{\max}=800$  Гц.

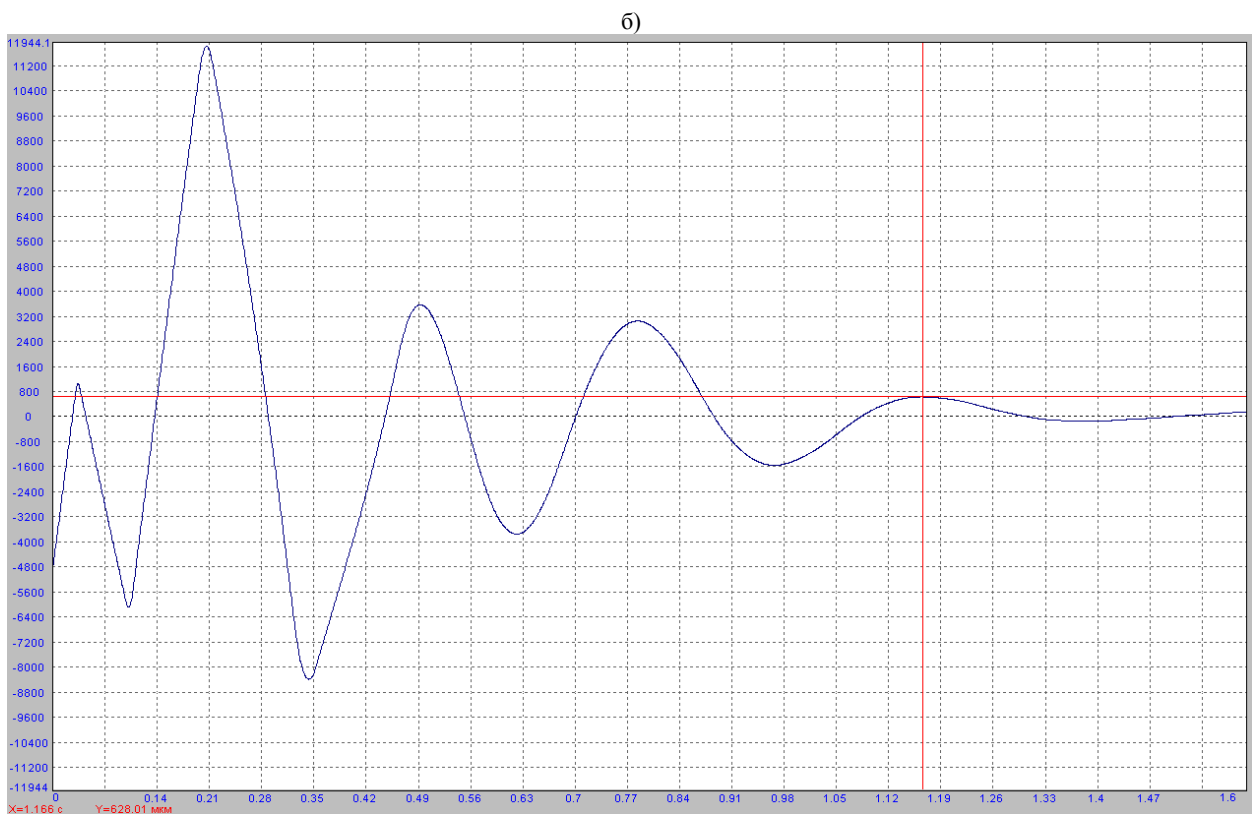
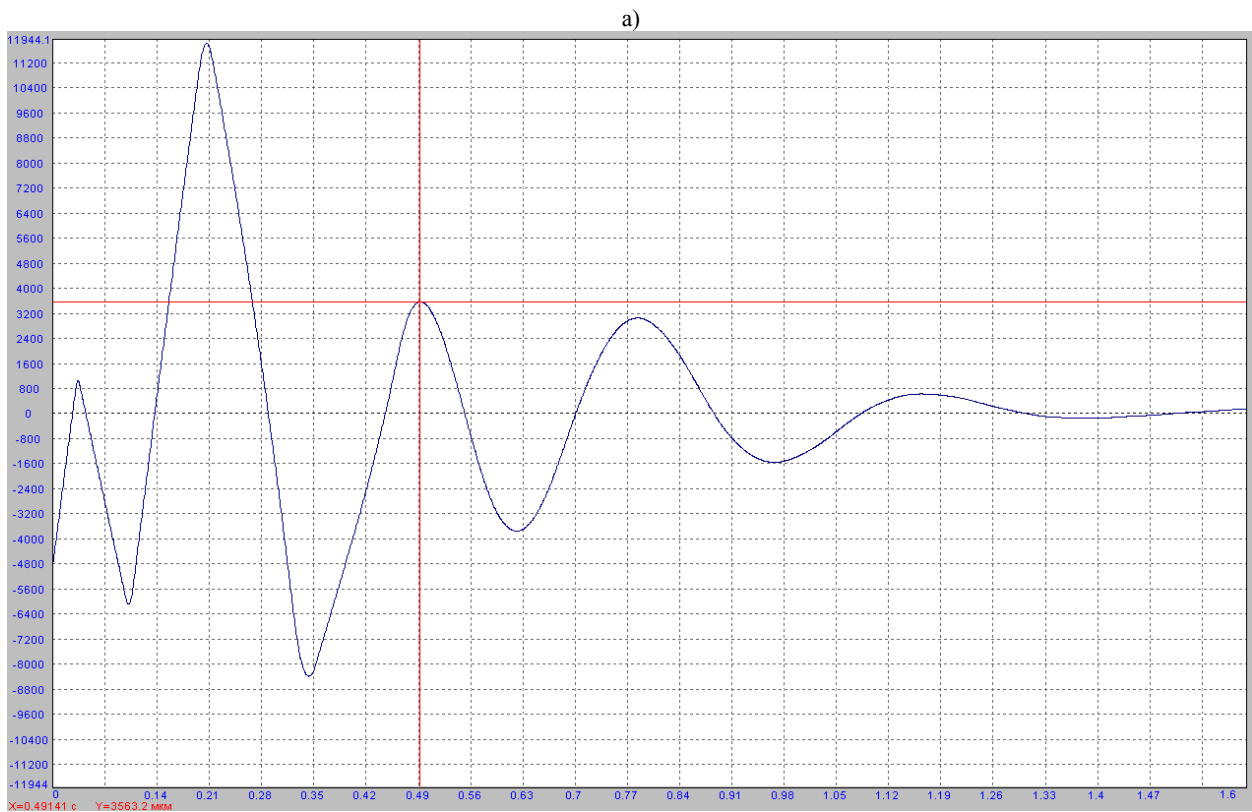
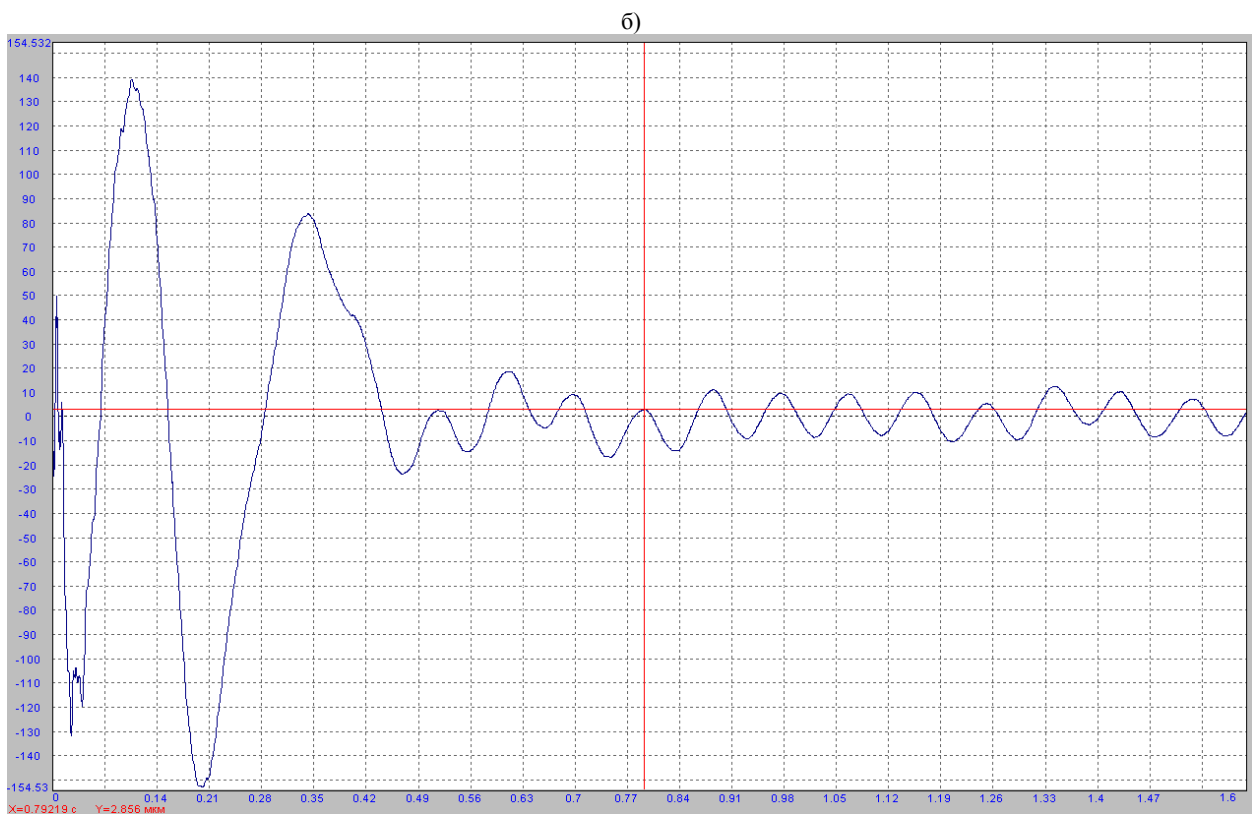
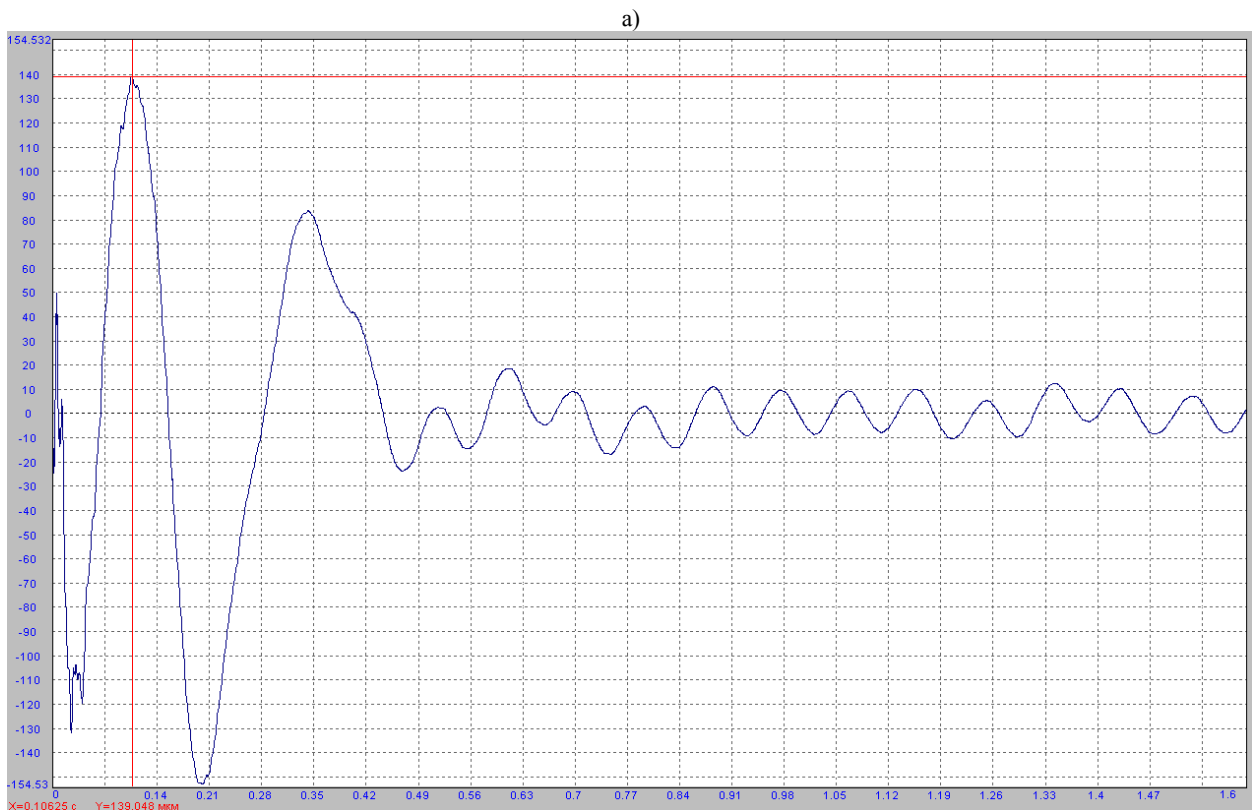


Рис. 3. Временная реализация свободных колебаний РС при минимальной длине стержней ОЧШМ



**Рис. 4.** *Временная реализация свободных колебаний РС при максимальной длине стержней ОЧШМ*

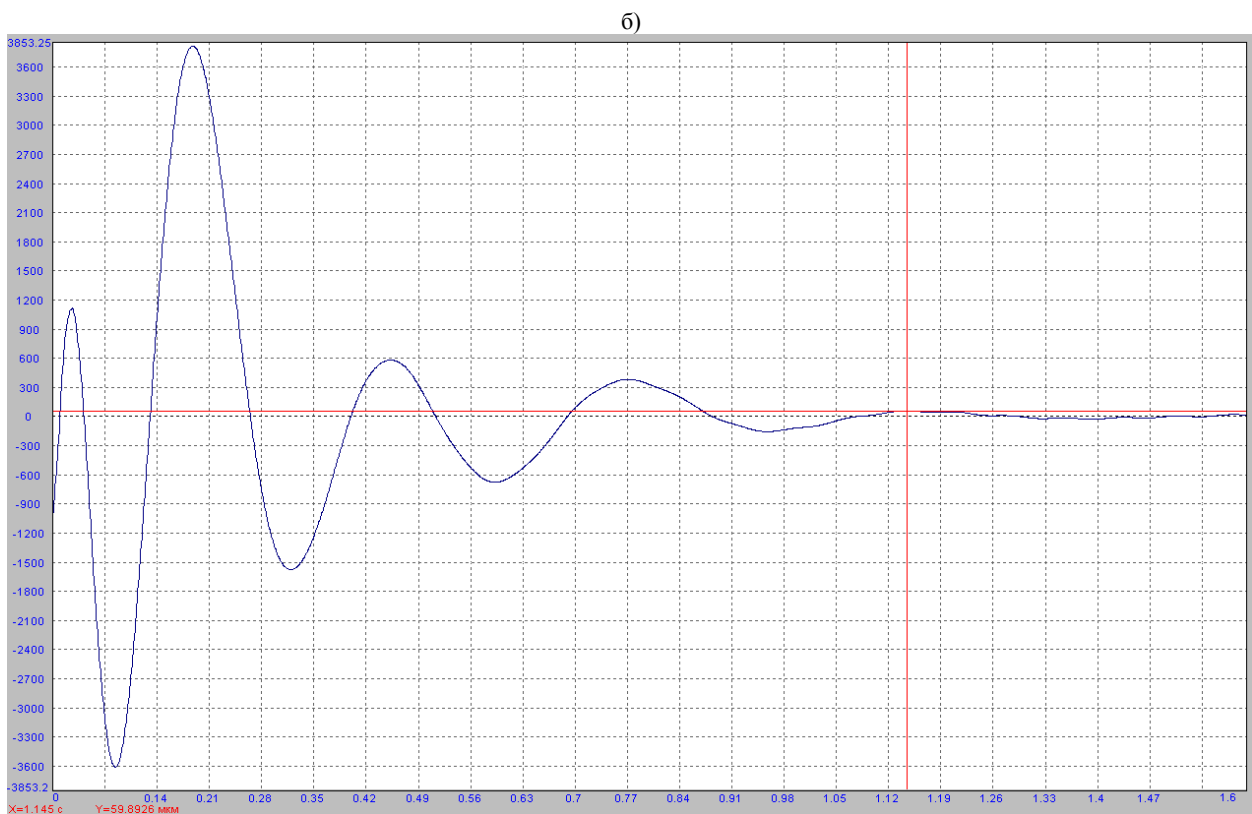
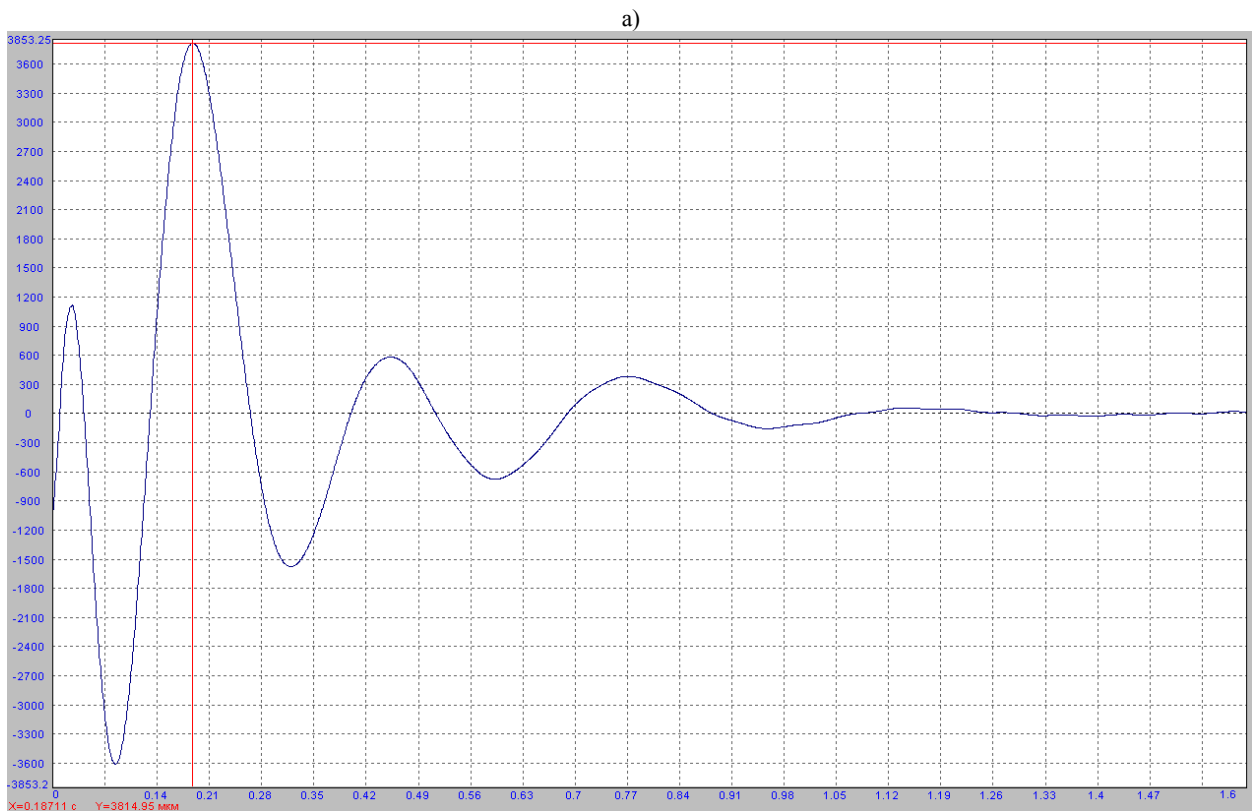
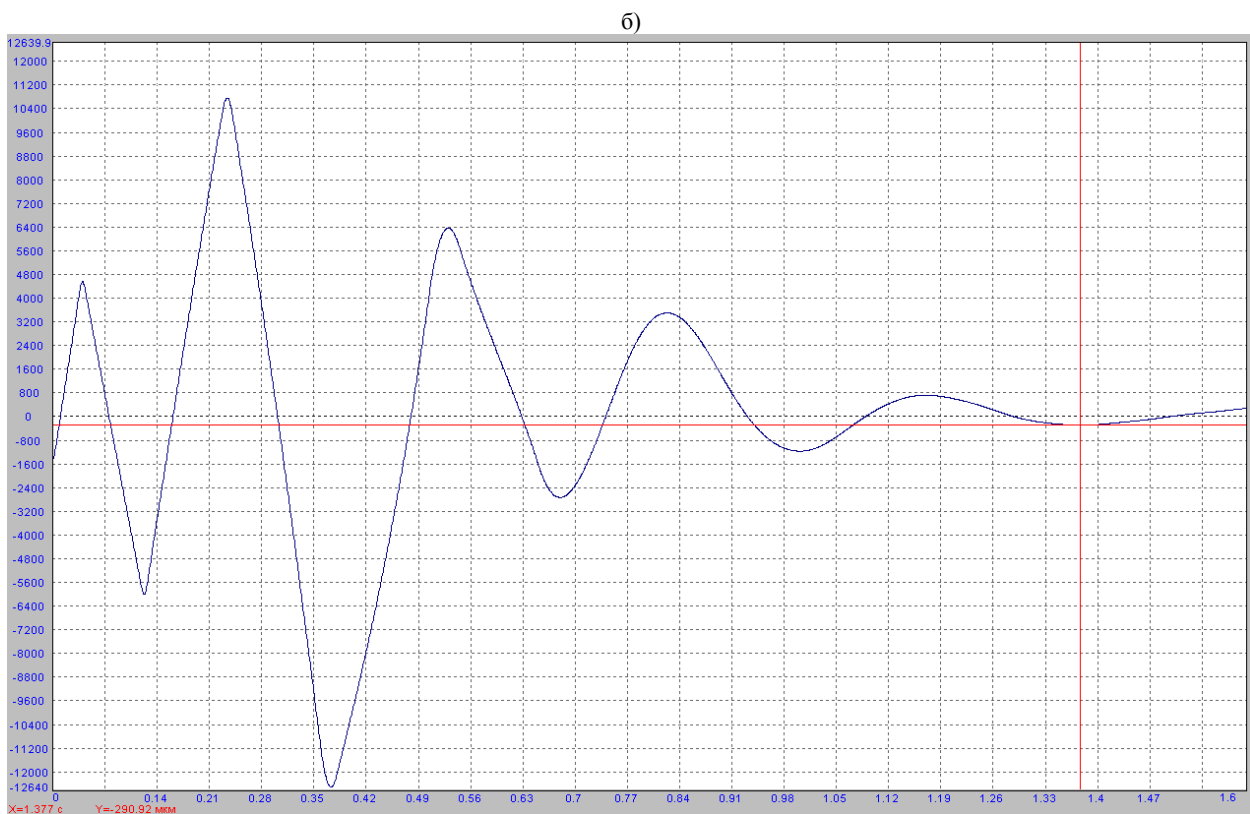
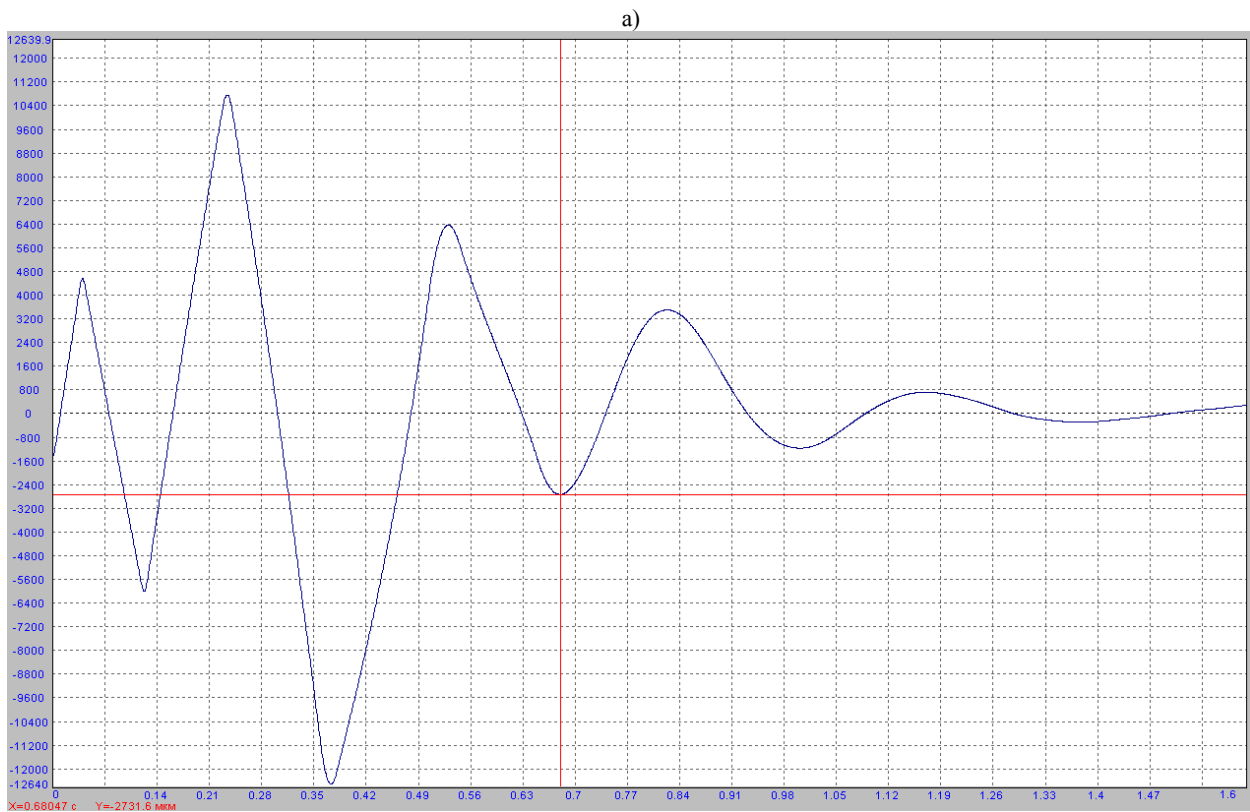


Рис. 5. Временная реализация свободных колебаний ОПУ при минимальной длине стержней ОЧСМ



**Рис. 6.** *Временная реализация свободных колебаний ОПУ при максимальной длине стержней ОЧШМ*

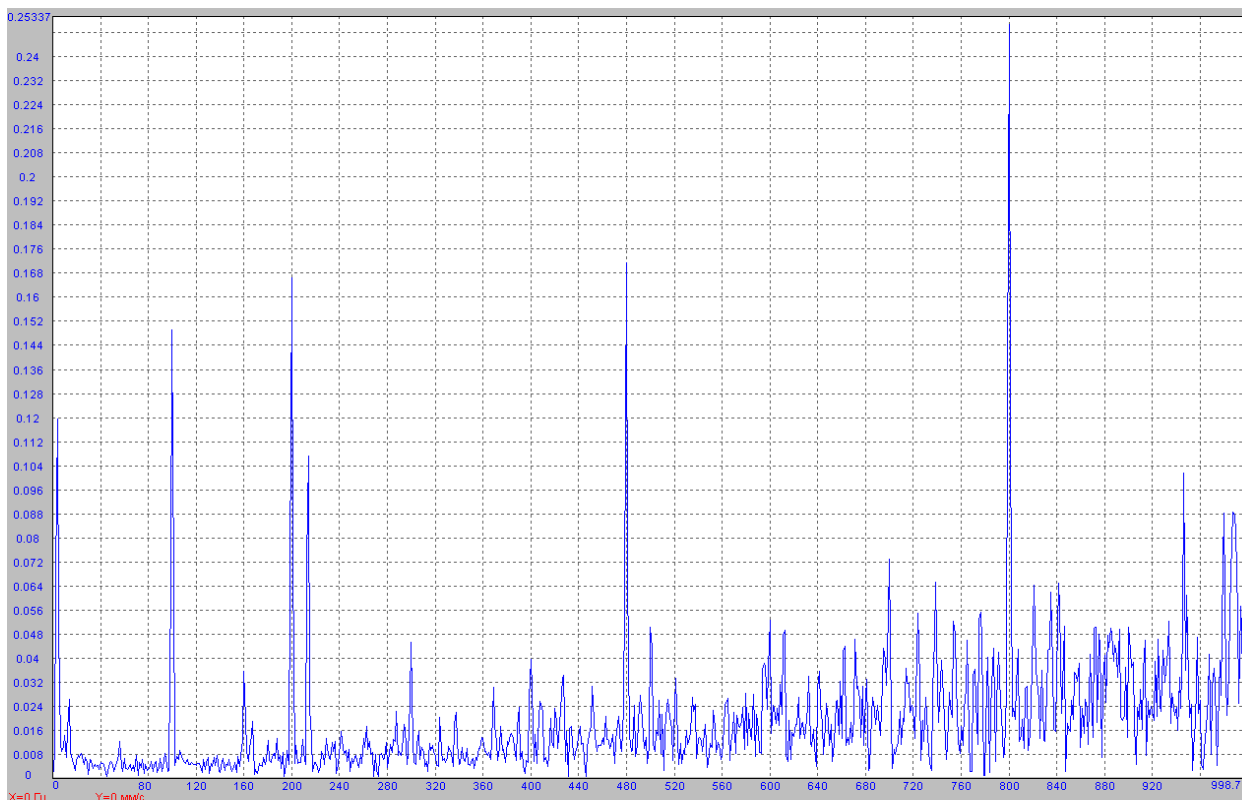


Рис. 7. Частотный спектр свободных колебаний ОПУ при максимальной жесткости ОЧШМ

#### Выводы

1. Опорно-поворотное устройство обладает большей диссипацией энергии колебаний по сравнению с рабочим столом ОЧШМ, а значит, основу жесткости ОЧШМ составляет ОПУ.

2. Определены диапазоны изменения собственных частот –  $k=129-800$  Гц, резонансных частот –  $f_{рез.}=34-86$  Гц и декременты затухания колебаний опытного образца –  $\lambda_{min}=0,78-0,87$  и  $\lambda_{max}=1,12-1,38$ , что позволяет применить эксплуатационные возможности манипулятора в машиностроительном производстве.

#### Список литературы

1. Балакин П. Д., Шамутдинов А. Х. Определение рабочей зоны оригинальной части шестикоординатного манипулятора // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 2013. № 10 (77). С. 21-24.
2. Балакин П. Д., Шамутдинов А. Х. Решение прямой и обратной задач кинематики оригинальной части шестикоординатного манипулятора // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 2013. № 10 (77). С. 24-27.
3. Балакин П. Д., Шамутдинов А. Х. Схемное решение механизма пространственного манипулятора // Омский научный вестник. 2012. № 1. С. 65-69.
4. Патент ПМ № 120599 РФ. МПК В25J1/00. Пространственный механизм / П. Д. Балакин, А. Х. Шамутдинов. № 2011153160/02. Заявлено 26.02.2011. Оpubл. 27.09.2012. Бюлл. № 27. 2 с.
5. Тимошенко С. П. Колебания в инженерном деле. М.: Наука, 1967. 444 с.

#### DETERMINATION OF DYNAMIC PARAMETERS OF SIX-AXIS MANIPULATOR ORIGINAL PART ON TEST BENCH

Shamutdinov Aidar Kharisovich, Ph. D. in Technical Sciences  
Zaverukha Sergei Nikolaevich

Omsk Engineering Institute of Automobiles and Armored Tanks  
1972id@list.ru

In this paper we experimentally investigate the dynamic parameters of the six-axis manipulator original part: the ranges of natural frequencies, resonance frequencies, and the oscillations damping decrements of the model under study for the application of its service properties and capabilities in machine-building manufacture equipment.

*Key words and phrases:* model of manipulator original part; vibration analyser “Diana-2M”; vibration pick-up; temporary realization of free oscillations; oscillations damping logarithmic decrement.