

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет
имени В.И. Ленина»**

Электромеханический факультет

Кафедра теоретической и прикладной механики

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

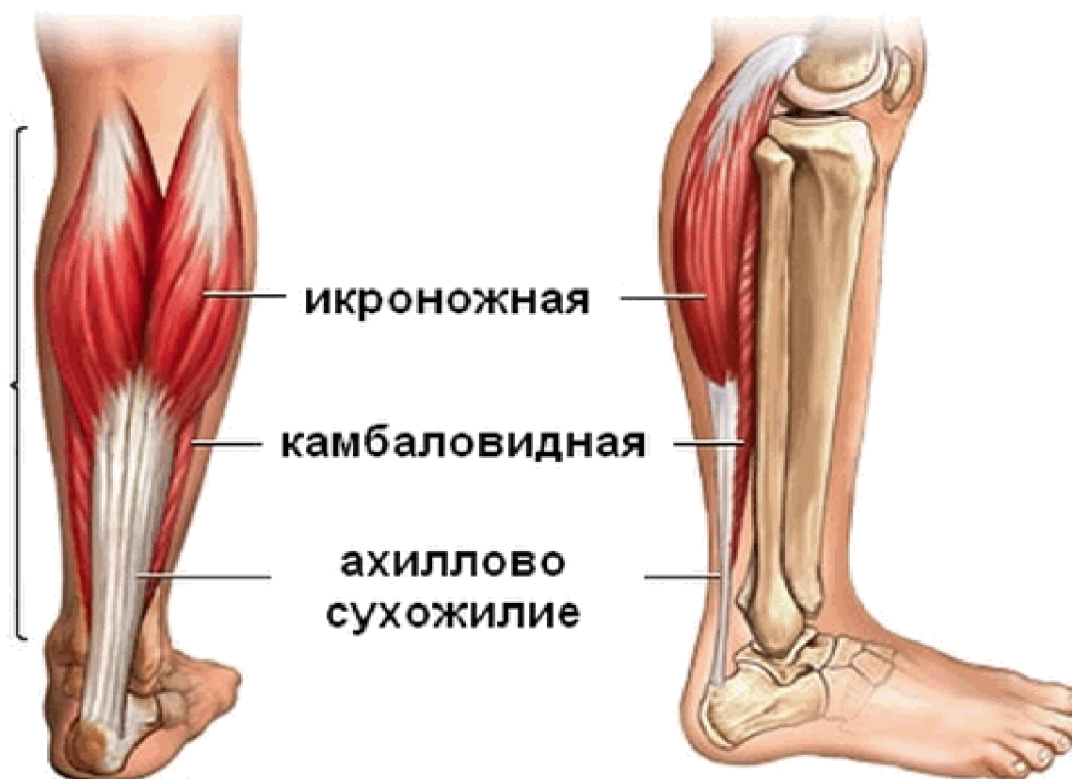
на тему:

**«Исследование физической модели
мышечно-сухожильного комплекса голени человека»**

И.А. Еремченко, студ.; рук. к.т.н., доц. М.А. Ноздрин

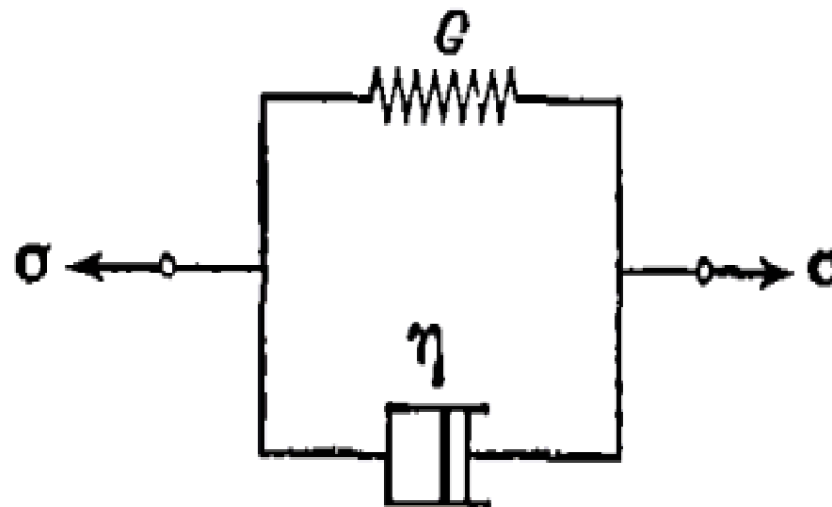
Иваново 2013

**МЫШЦЫ
ГОЛЕНИ**





a



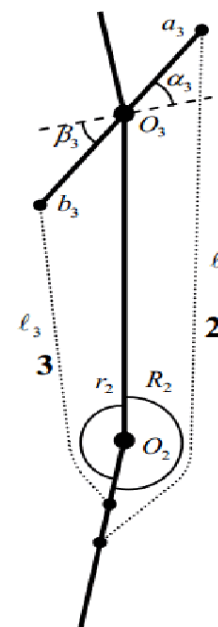
б

$$\sigma = G\varepsilon$$

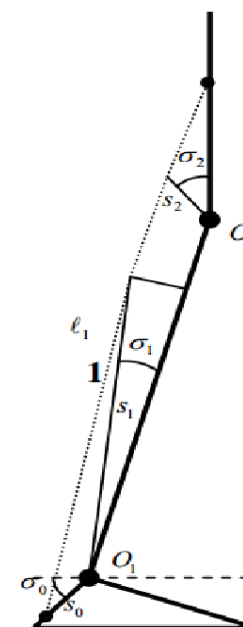
$$\sigma = \eta \dot{\varepsilon}$$

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{1}{E} \frac{d\sigma}{dt} + \frac{\sigma}{\eta}$$

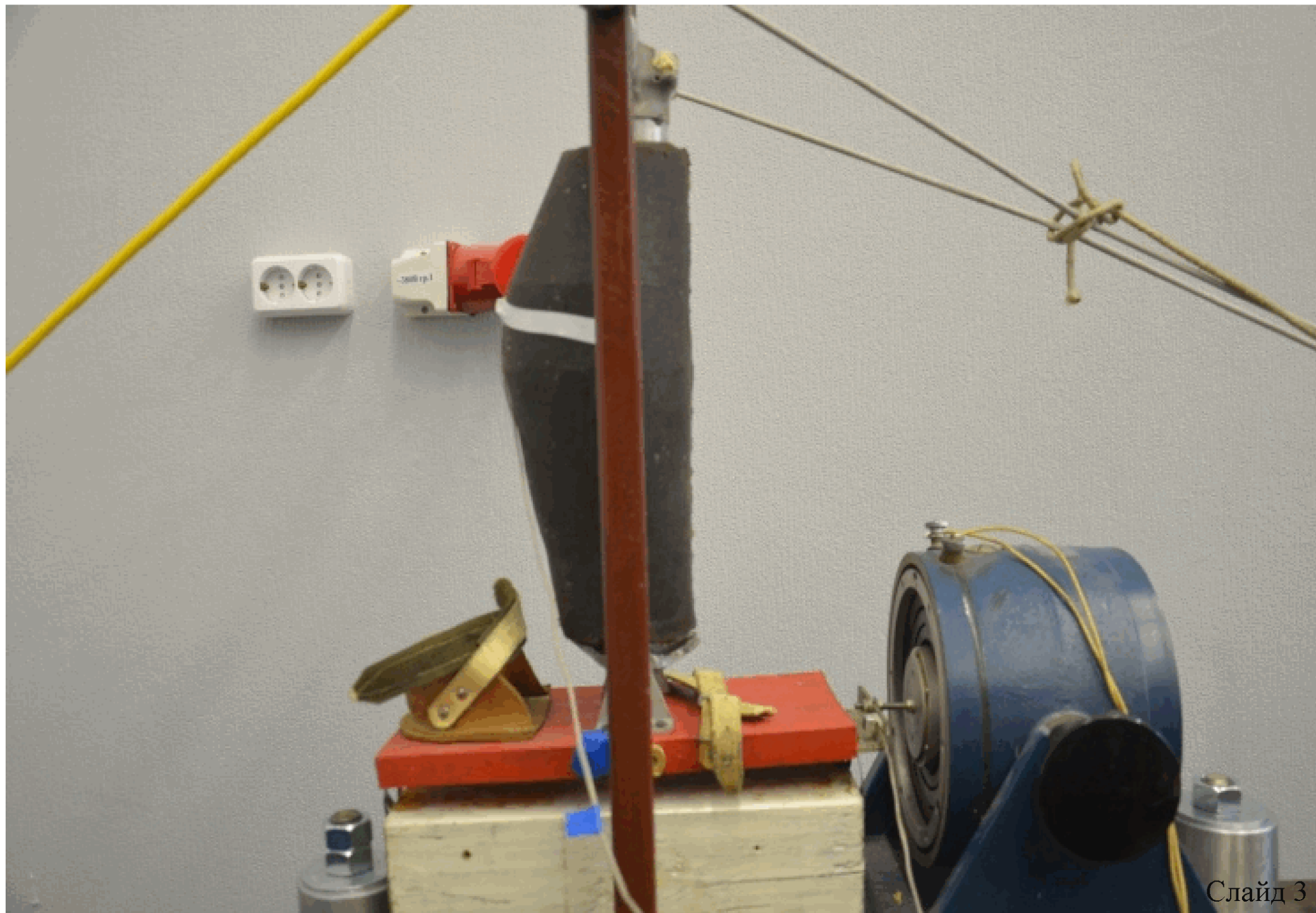
$$A\delta\ddot{\psi} + (\kappa L^T L - G)\delta\psi = 0$$



А

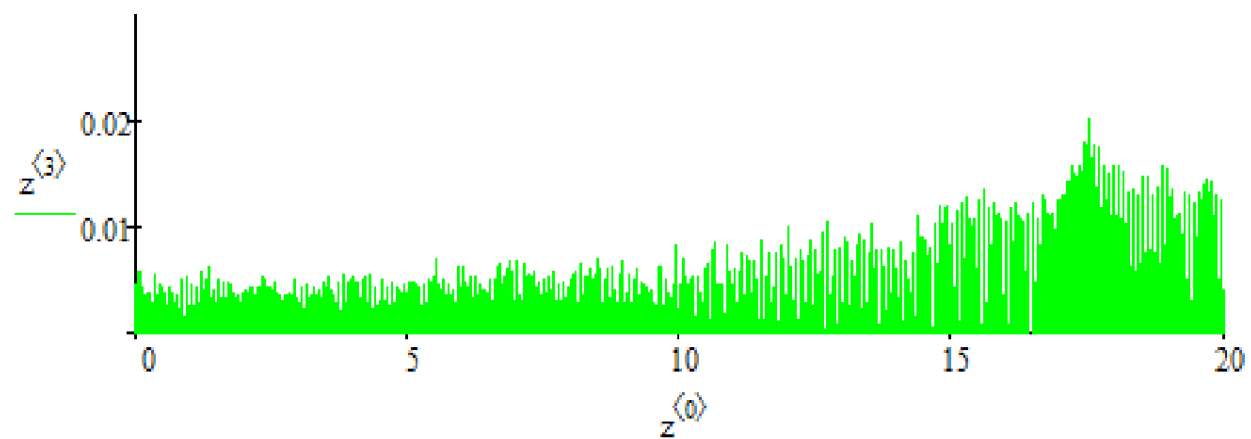
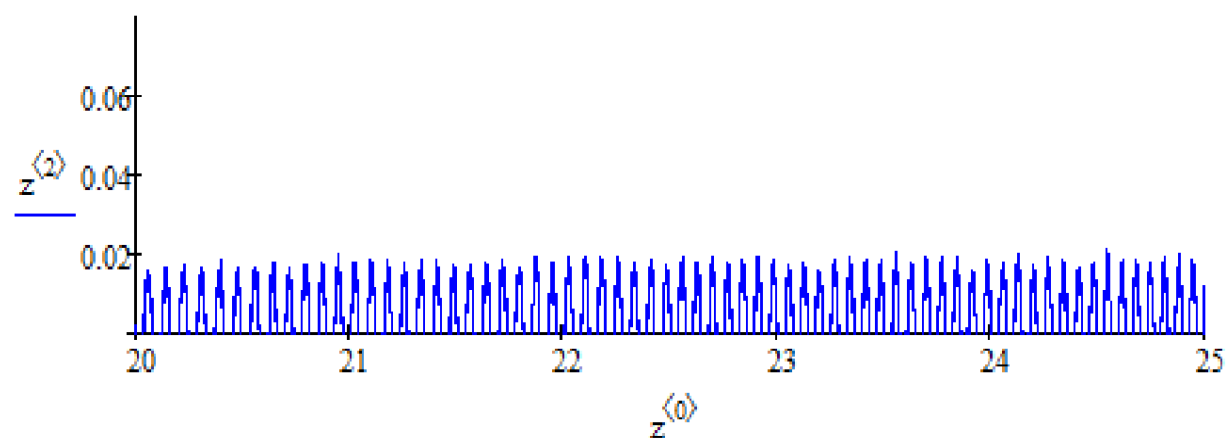
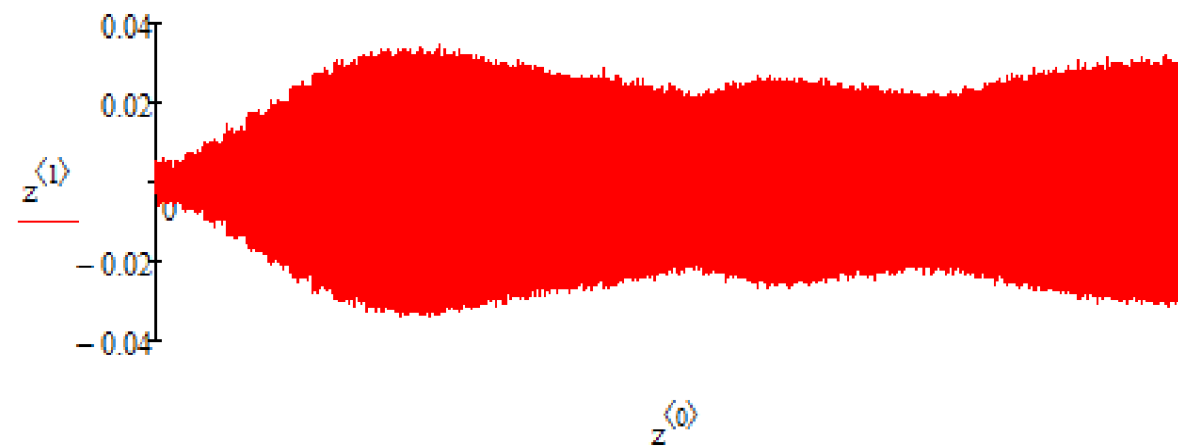


Б





Слайд 4



z :=



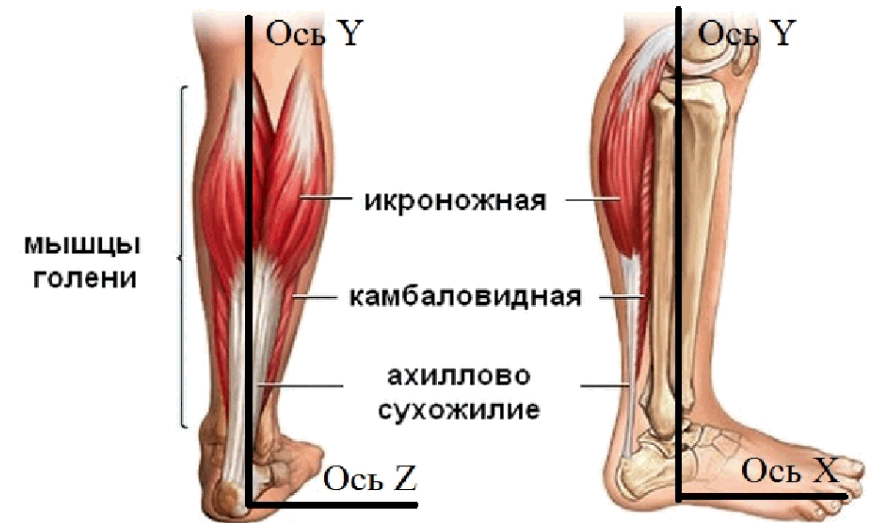
20...\5kHz_Artif_01.csv

rows(z) = 4.808×10^5

$m := 1..3$ $n := 0..rows(z) - 1$ $M_m := mean(z^{(m)})$

$z_{n,m} := z_{n,m} - M_m$ $z_{n,0} := z_{n,0} - z_{0,0}$

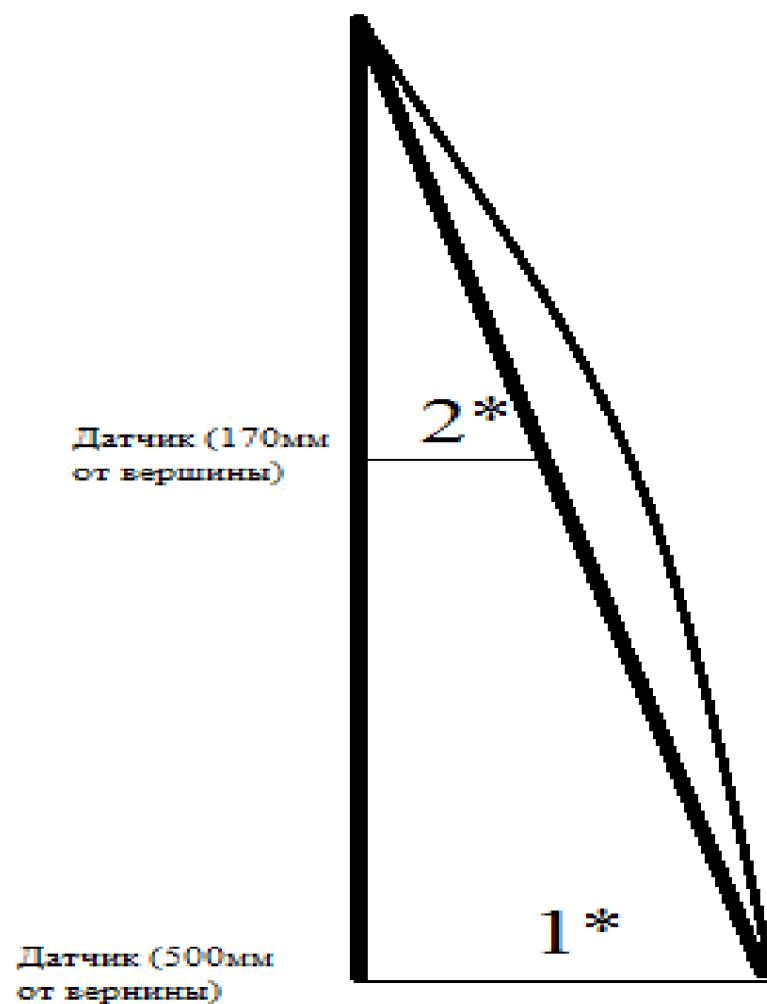
t0 := 0 t1 := 190



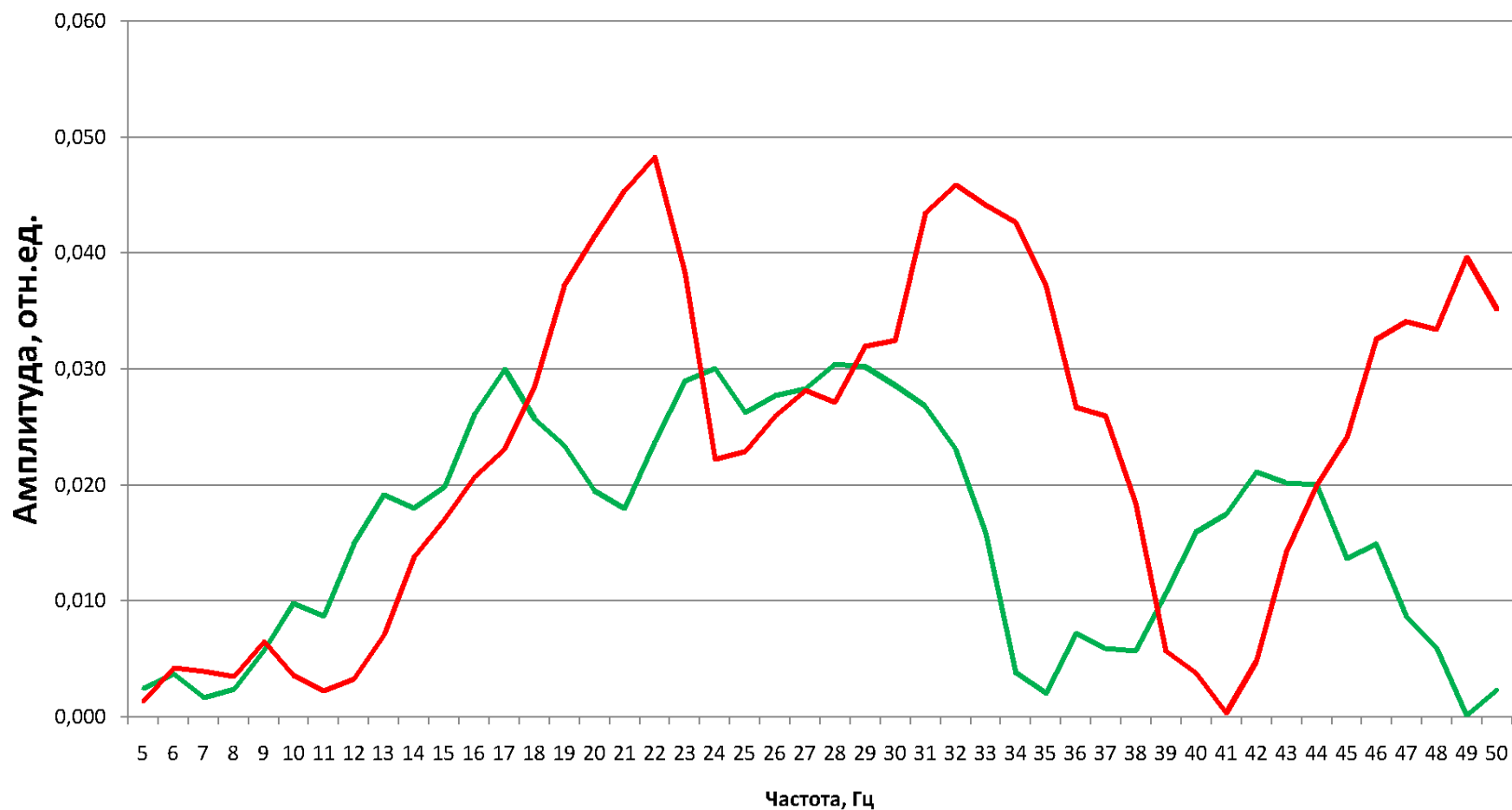
Экспериментальная модель (ахилл напряжен)						
Амплитуда, отн. ед						
Частота, Гц	Вибрирующее основание	Продольные с эксперимента	Поперечные с эксперимента	Продольные (после обработки)	Поперечные (после обработки)	
5	0.010	0.008	0.007	0.002	0.682	
6	0.014	0.009	0.007	0.001	0.500	
7	0.017	0.012	0.006	0.002	0.319	
8	0.021	0.014	0.006	0.001	0.280	
9	0.024	0.016	0.005	0.002	0.226	
10	0.027	0.017	0.005	0.003	0.199	
11	0.030	0.016	0.009	0.002	0.310	
12	0.033	0.019	0.012	0.004	0.356	

$$\frac{1^*}{500} = \frac{2^*}{170}$$

$$\text{Продольное (после обработки)} = \text{продольные с эксперимента} - \frac{1^* * 170}{500}$$



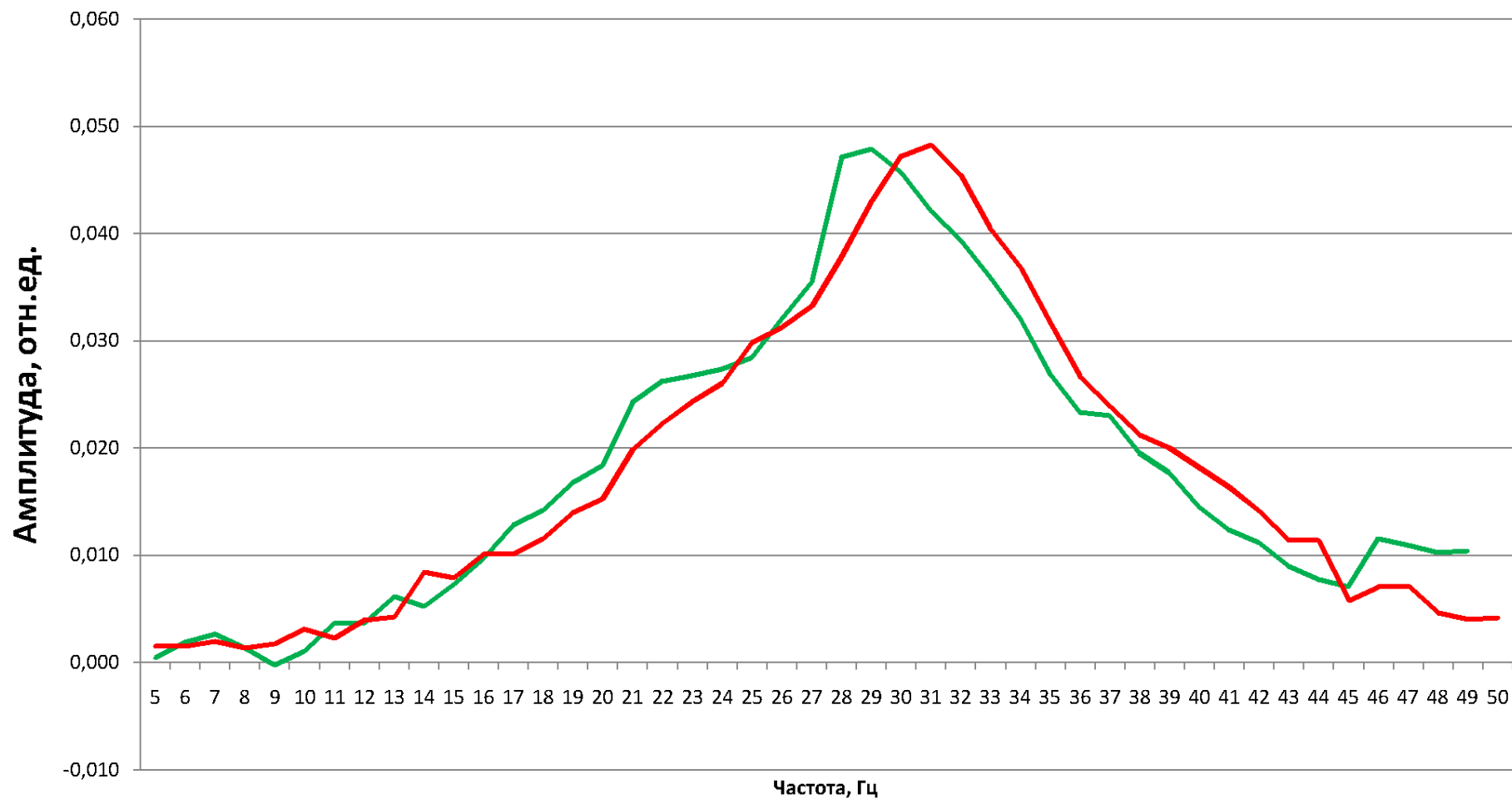
АЧХ продольных колебаний голени



— Голень. Вдоль оси X (ахиллово сухожилие расслаблено)

— Голень. Вдоль оси X (ахиллово сухожилие напряжено)

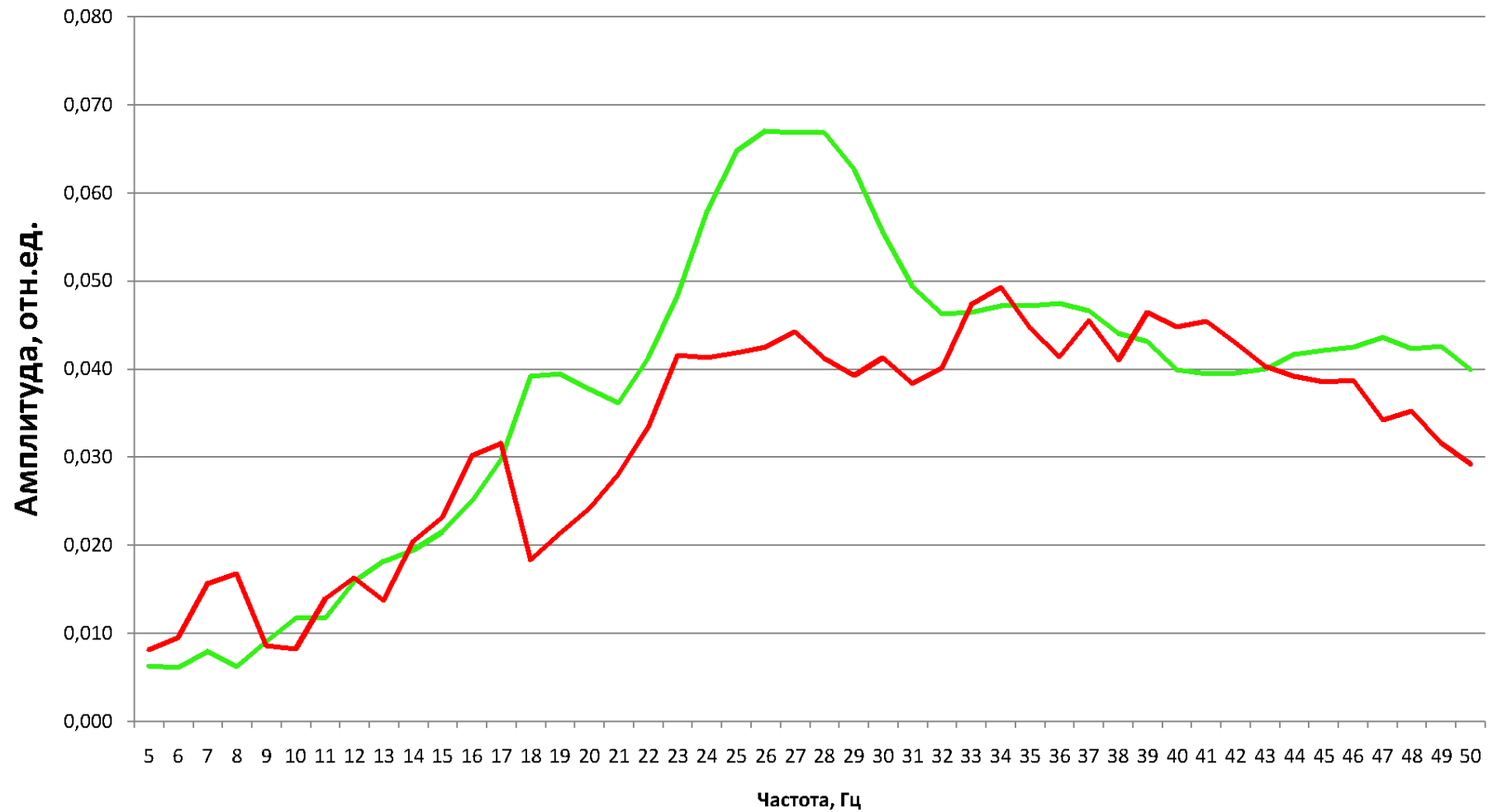
АЧХ продольных колебаний физической модели голени



— Физическая модель. Вдоль оси X (ахиллово сухожилие расслаблено)

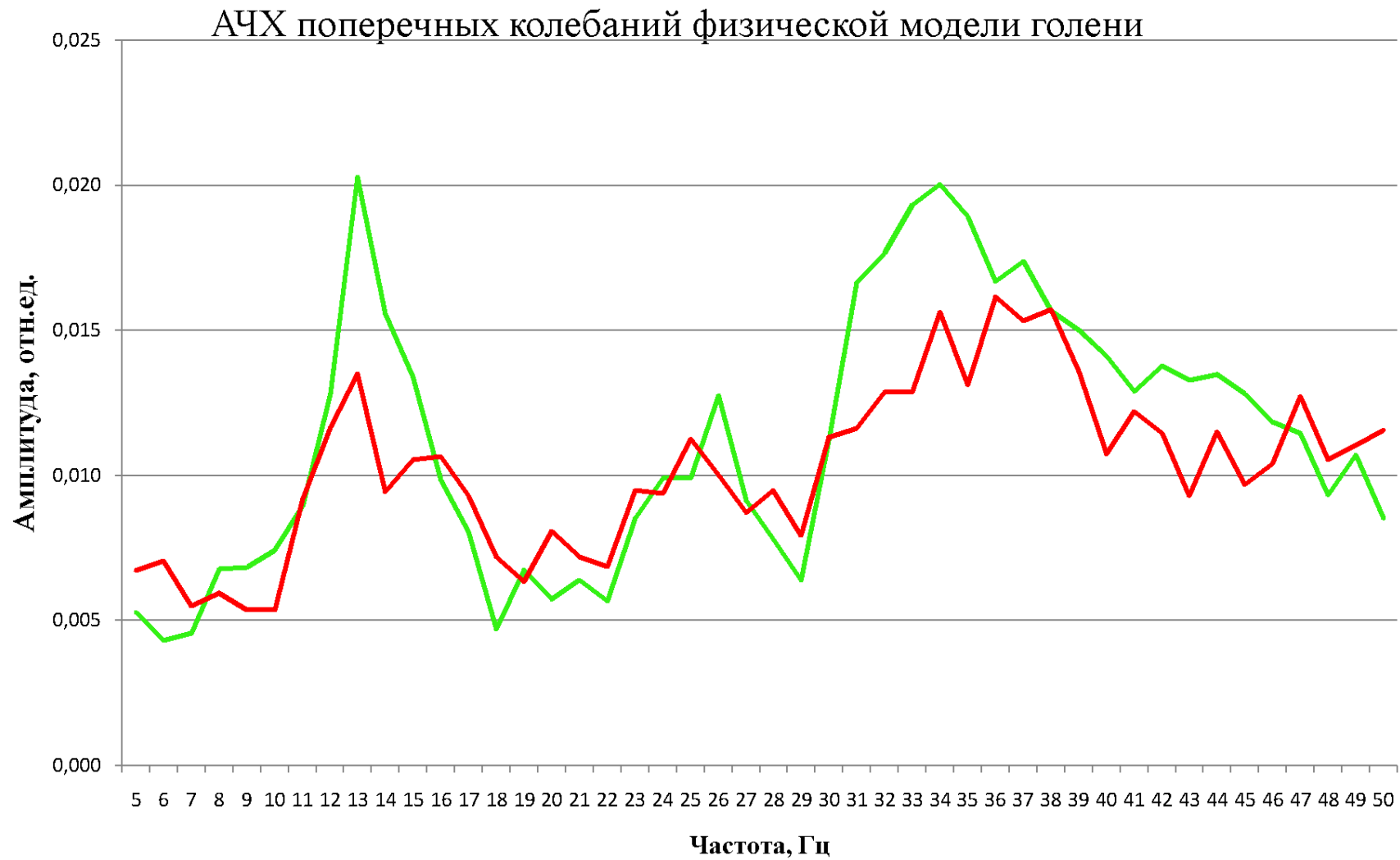
— Физическая модель. Вдоль оси X (ахиллово сухожилие натянуто)

АЧХ поперечных колебаний голени



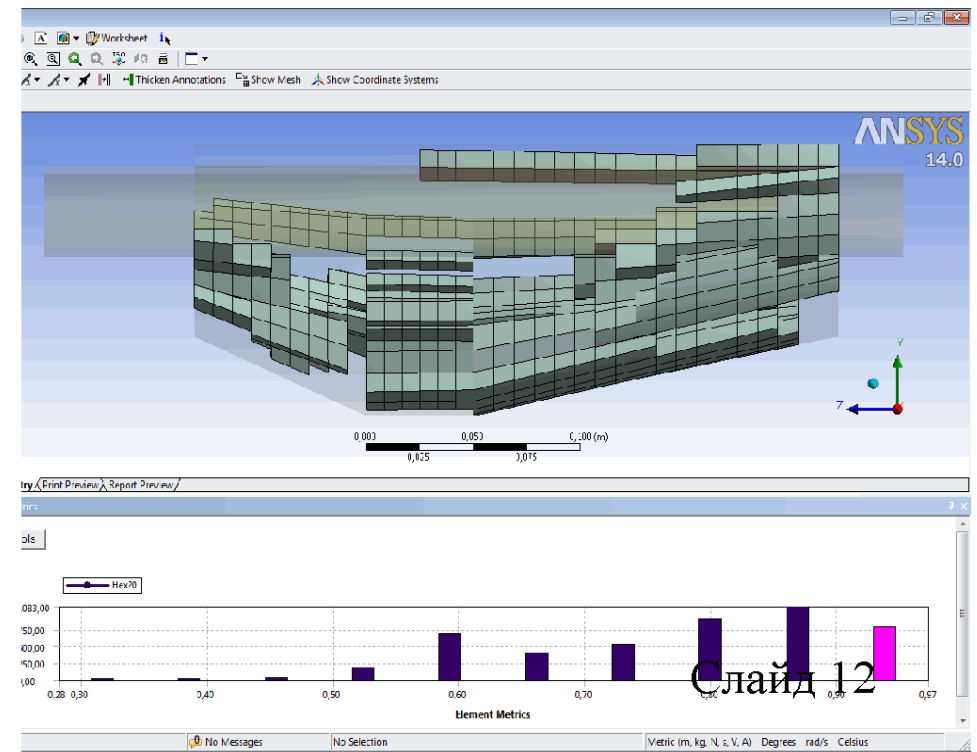
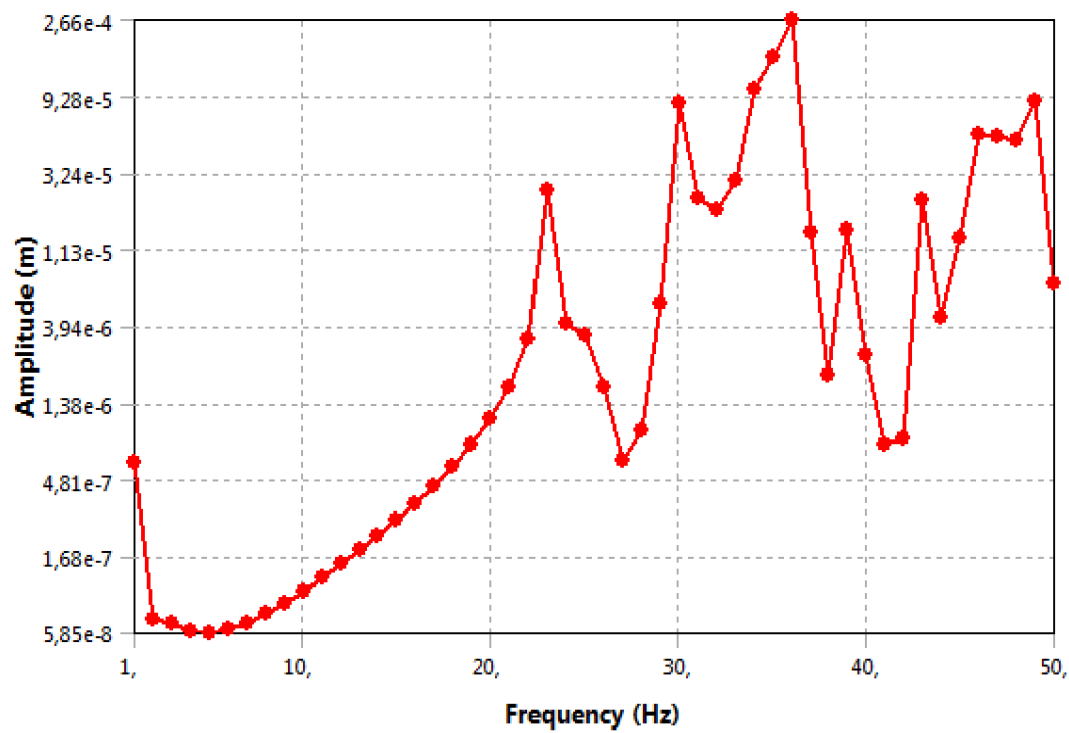
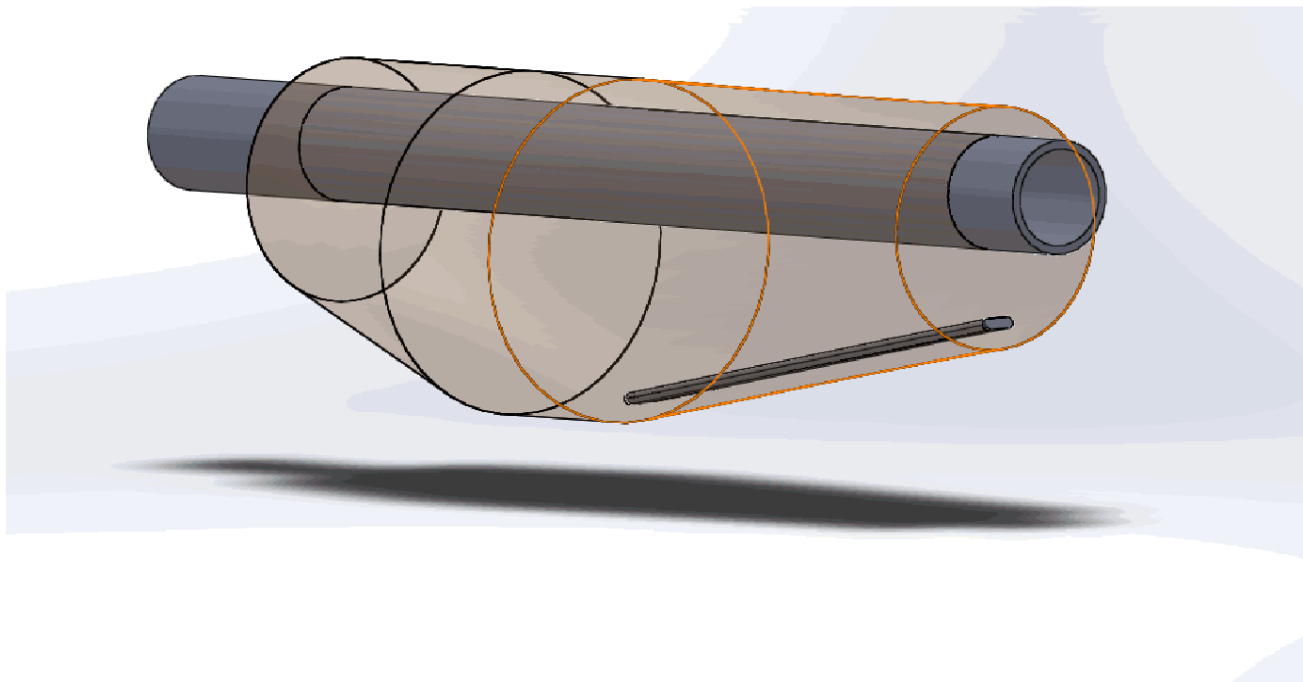
— Голень. Вдоль оси Z (ахиллово сухожилие расслаблено)

— Голень. Вдоль оси Z (ахиллово сухожилие напряжено)



— Физическая модель. Вдоль оси Z (ахиллово сухожилие расслаблено)

— Физическая модель. Вдоль оси Z (ахиллово сухожилие напряжено)



A: Modal

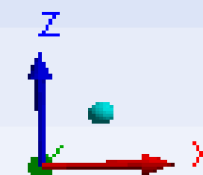
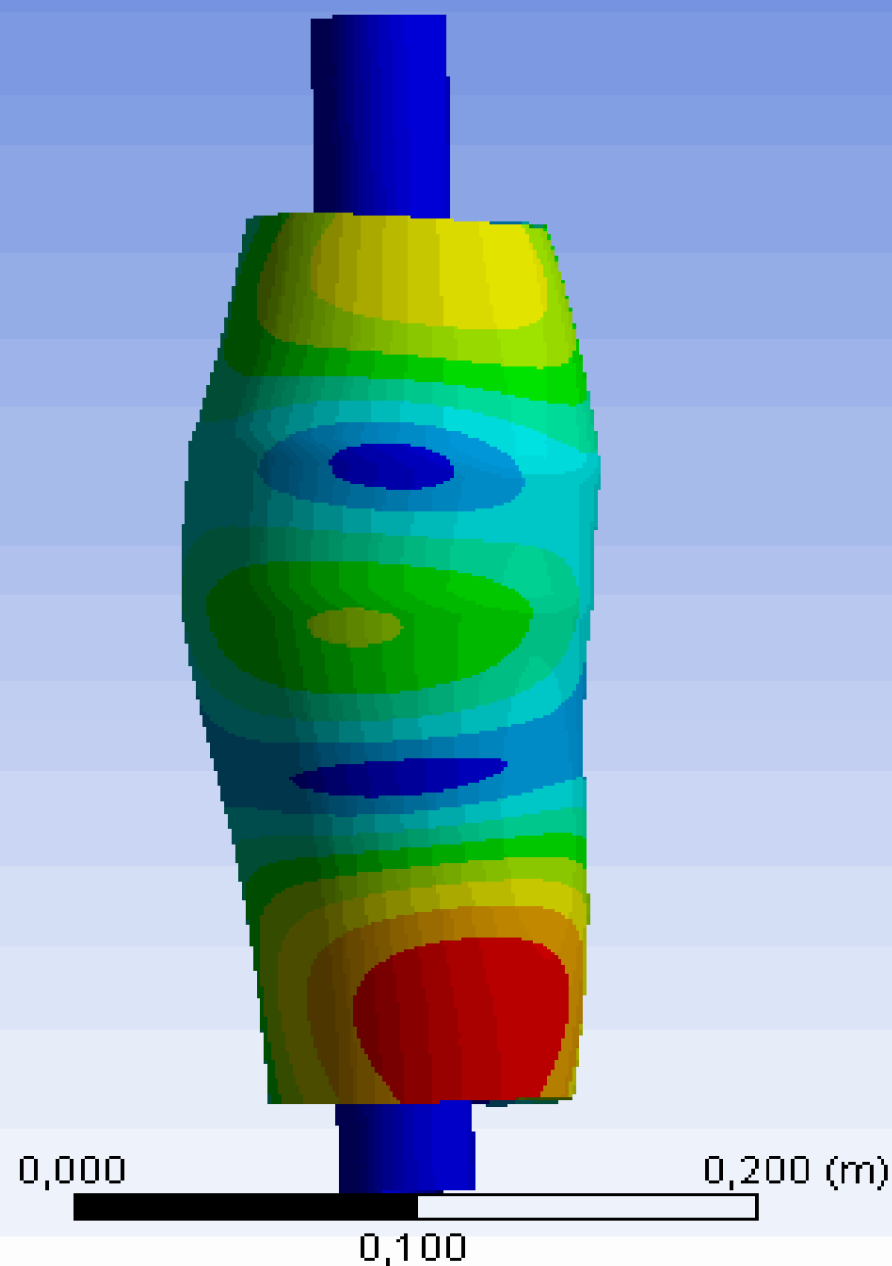
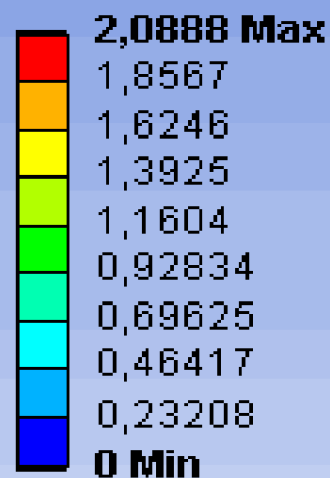
Total Deformation

Type: Total Deformation

Frequency: 26,356 Hz

Unit: m

17.04.2013 12:51



A: Modal

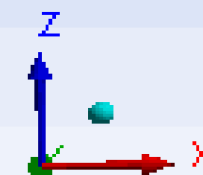
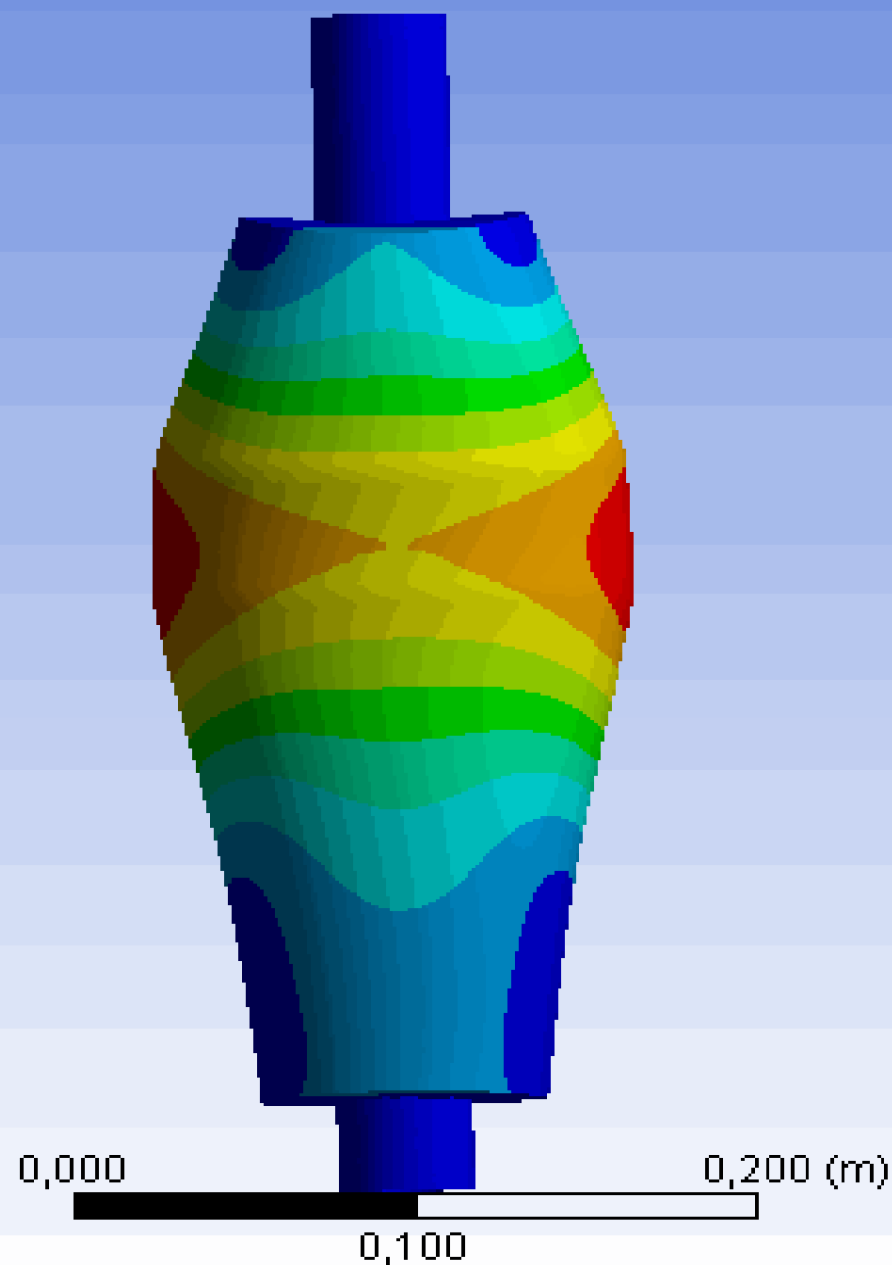
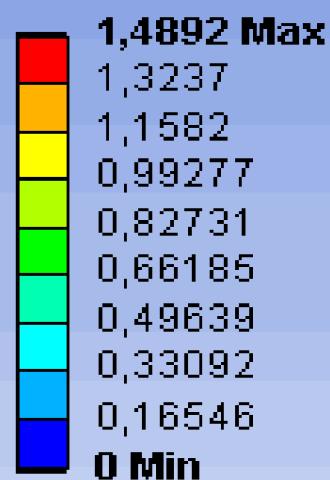
Total Deformation

Type: Total Deformation

Frequency: 28,294 Hz

Unit: m

17.04.2013 12:55



A: Modal

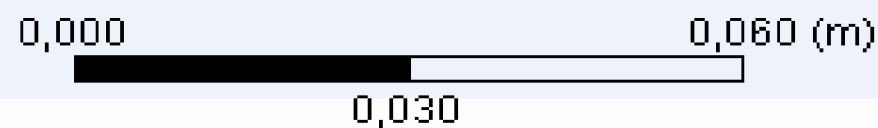
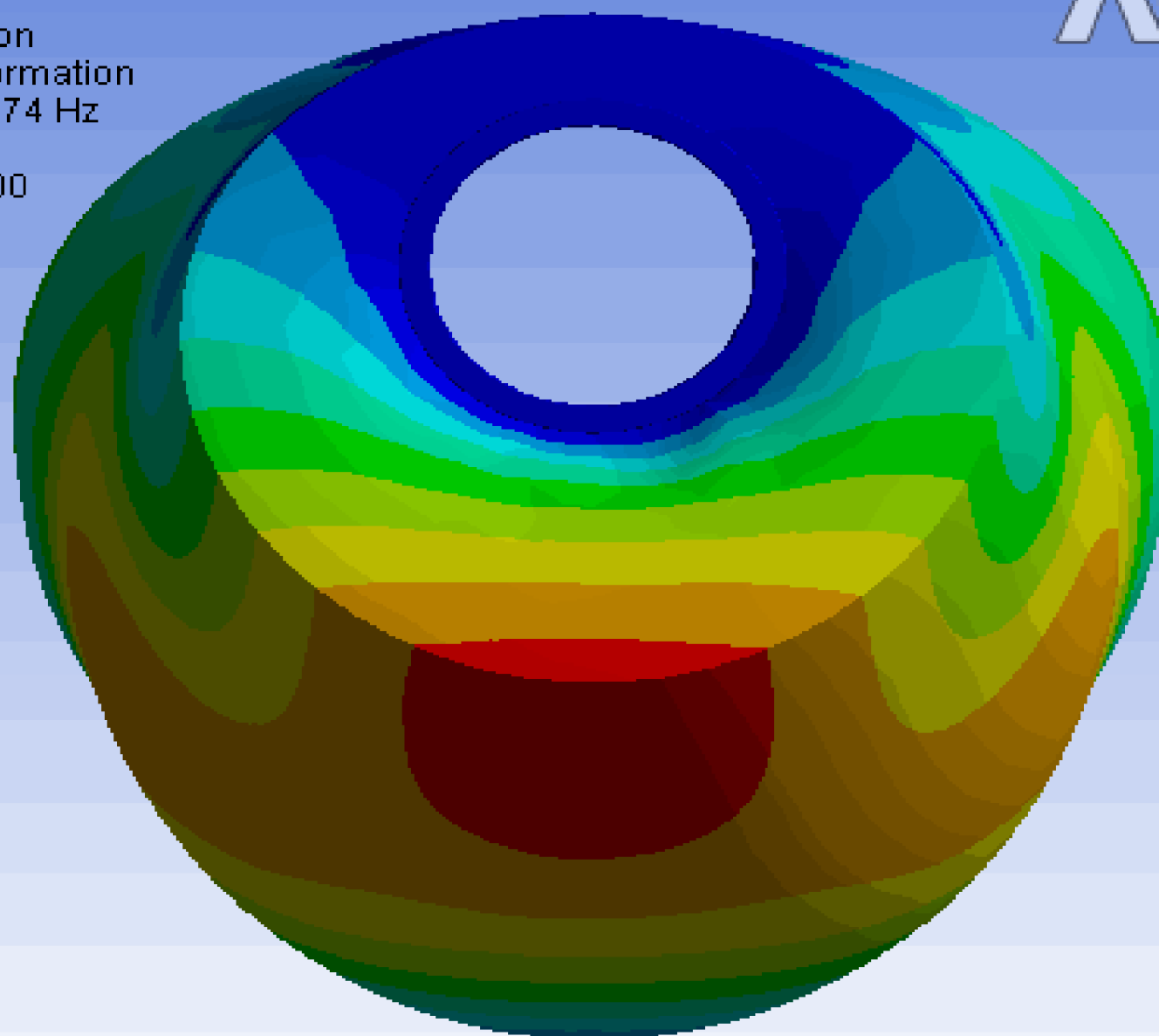
Total Deformation

Type: Total Deformation

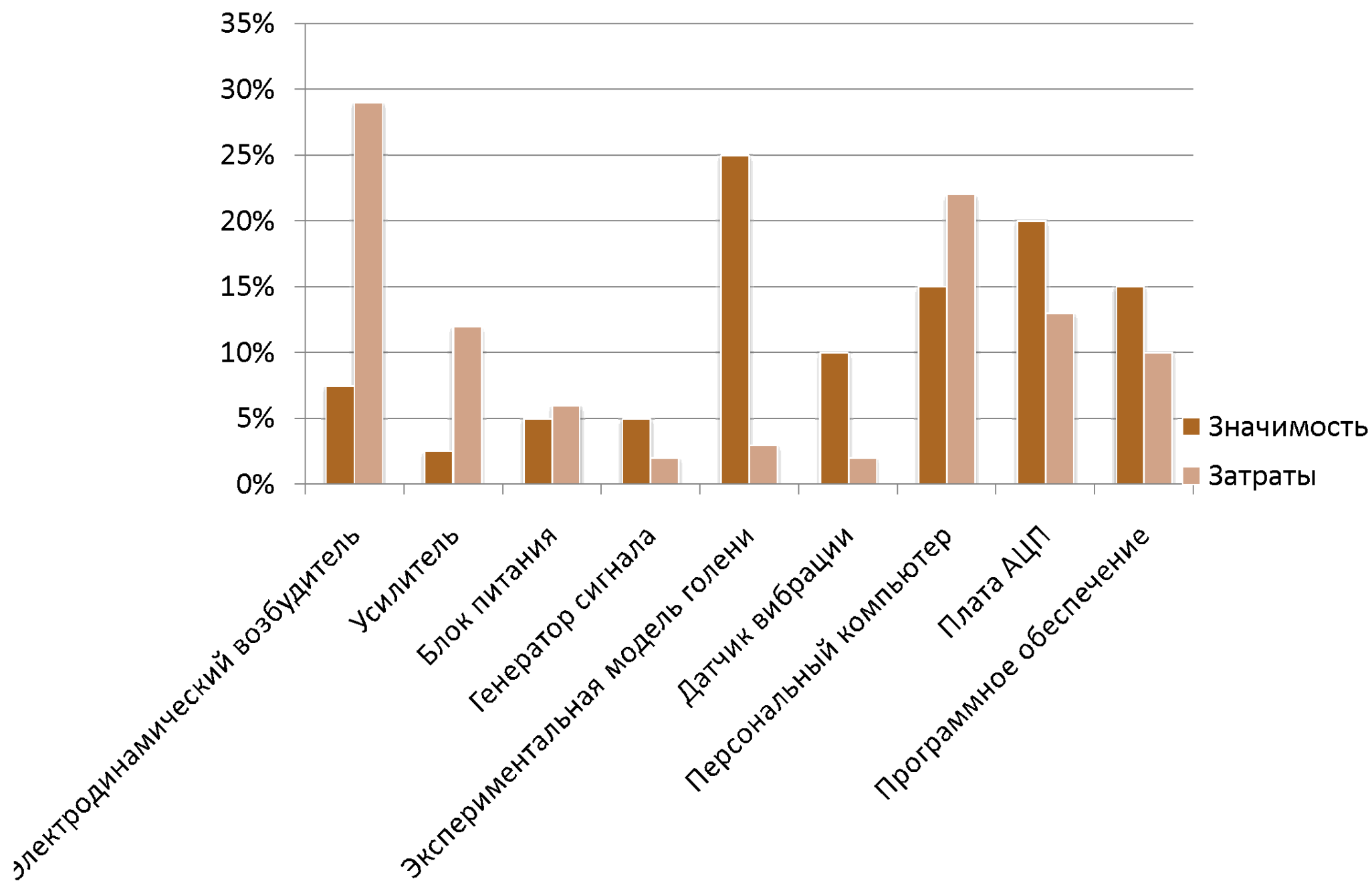
Frequency: 34,074 Hz

Unit: m

17.04.2013 13:00



Mode	Workbench	ANSYS	Workbench (ah)
1	13.271	12.643	13,549
2	20.317	19.361	20,557
3	22.148	21.111	22,192
4	26.356	25.128	26,664
5	28.294	27.006	28,673
6	32.297	30.812	32,699
7	32.48	30.992	32,728
8	34.074	32.494	34,326
9	36.647	34.930	36,968
10	38.818	37.032	39,316
11	38.866	37.101	39,654
12	39.232	37.434	39,891
13	41.977	40.040	42,309
14	43.546	41.548	44,261
15	43.944	41.906	44,622



Литература

- В.Л. Уткин «Биомеханика физических упражнений», учебное пособие для студентов факультетов физического воспитания педагогических институтов и для институтов физической культуры., М., 1999
- Ткачева Ангелина Владимировна. Биомеханические системы внешней фиксации при лечении переломов большеберцовой кости : дис. ... канд. физ.-мат. наук : 01.02.08 Саратов, 2006 149 с. РГБ ОД, 61:07-1/531
- Глазер Р. Очерк основ биомеханики, пер. с нем., М., 1988, библиогр.
- Интернет ресурс http://www.anatomus.ru/opornodvig/mishci_niz_golen.html
- Кичайкина Н.Б., Степанов В.В. Лебедева, Е.В., Сборник лекций для медицинских ВУЗов, 1987
- Pollack G.H. Muscles & molecules: Uncovering the principles of biological motion / G.H. Pollack. – Seattle: Ebner&Sons, 1990
- Huxley H.E., Hanson J. Changes in the cross-striations of muscle during contractions and stretch and their structural interpretation / H.E. Huxley, J. Hanson // Nature, 1954. – V. 173. – N. 4412. – P. 973–976
- Седов Л.И., Механика сплошной среды, т. 1-2, изд.2, «Наука» М., 1973.
- Дж. Мейз, Теория и задачи механики сплошных сред, изд. «Мир» М., 1974
- Brekelmans W.A.M., Poort H.W., Sloof T.J. A new method to analyse the mechanical behaviour of skeletal parts // Acta Orthop. Scand. - 1972. - 43. - P. 343-366

Thanks for you attention!

