

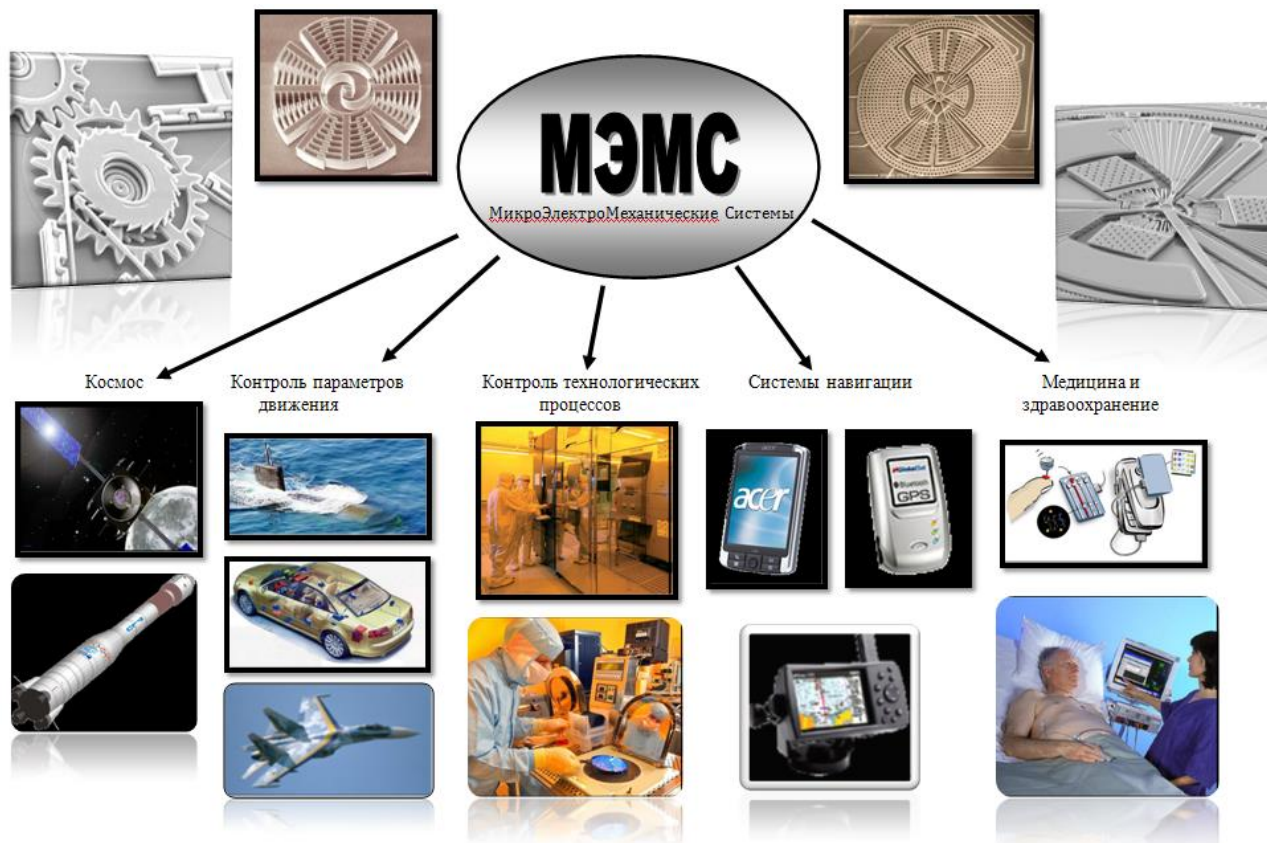
## Влияние ударного воздействия на микроэлектромеханические сенсоры

Ст. преподаватель ОЭИ ИШНКБ НИ ТПУ: Коледа А.Н.

Работа выполнена в Томском политехническом университете при финансовой поддержке Минобрнауки России, ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы». Соглашение № 14.578.21.0232, уникальный идентификатор RFMEFI57817X0232.



# МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СЕНСОРЫ

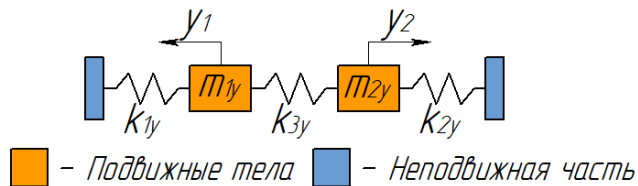




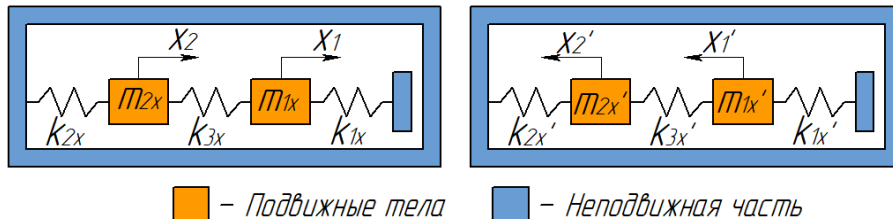
# ХАРАКТЕРИСТИКИ УДАРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Применение		Амплитуда удара
<b>Свободное падение под воздействием гравитации</b>	Свободное падение до соприкосновения с поверхностью	1g
	Падение с 1 метра на твёрдую поверхность	~ 2000g
	Падение с 25 метров на твёрдую поверхность	~7000g
<b>Автотранспорт</b>	Требования к датчикам для использования в автомобилях	<3000g
<b>Добыча полезных ископаемых</b>	Нефте- и газоразведка	20000g
<b>Военное применение</b>	Орудийный залп	23000g
	Взрыв боеприпасов от танка, артиллерии и миномёта	10000-100000g
	Полёт боеприпасов после запуска из танков, артиллерии и миномёта	0,5-20g

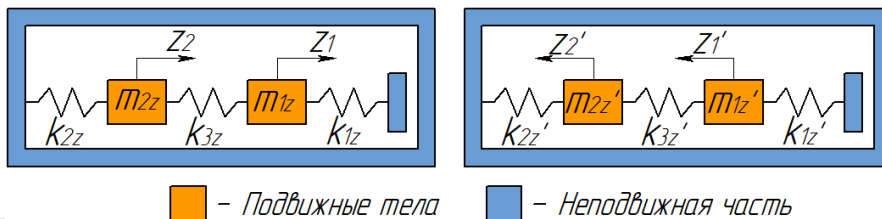
# ЭКВИВАЛЕНТНАЯ СХЕМА ДВУХКОМПОНЕНТНОГО МЭМС ГИРОСКОПА



Эквивалентная схема канала первичных колебаний вдоль оси Y



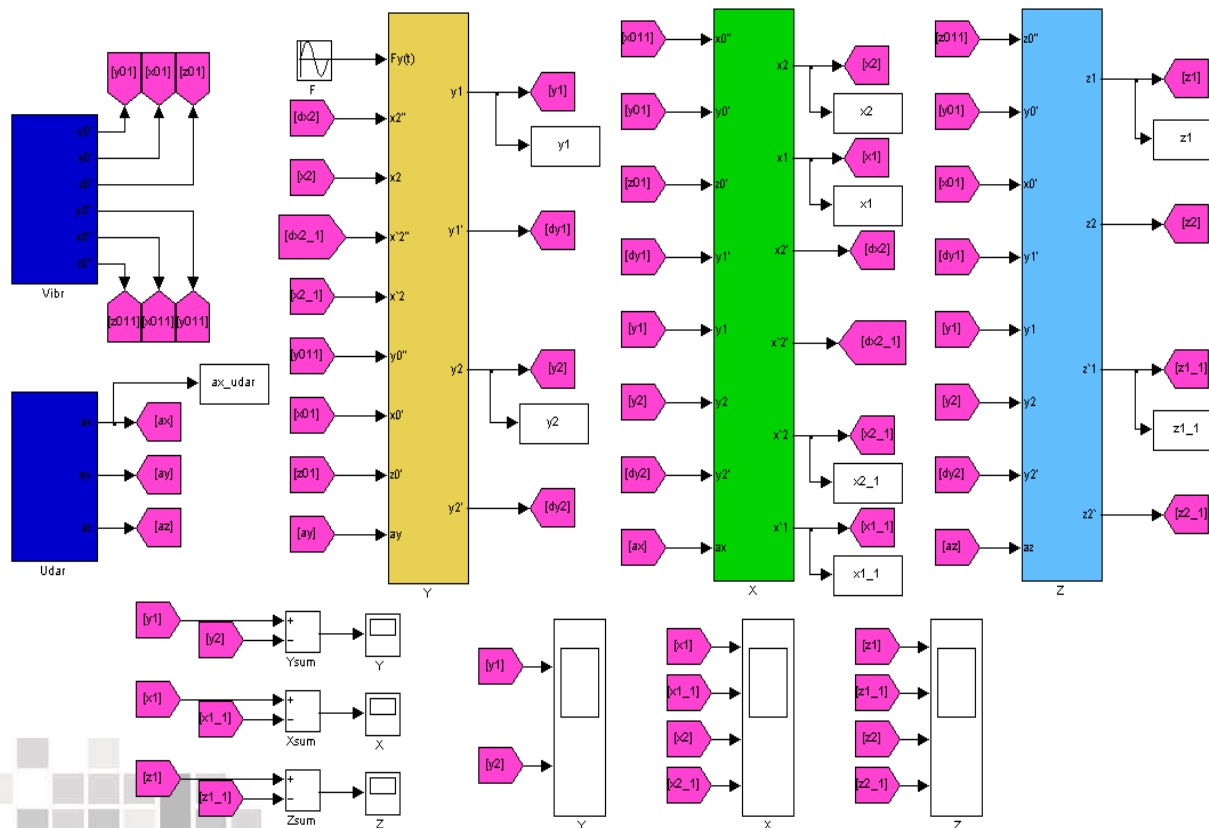
Эквивалентные схемы каналов вторичных колебаний вдоль оси X



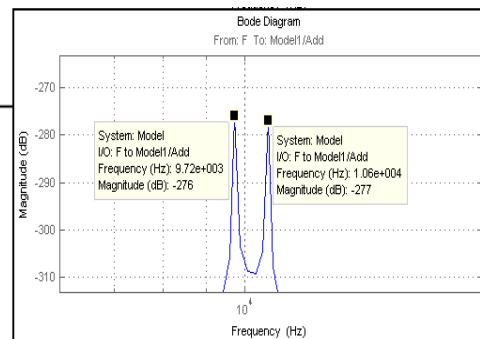
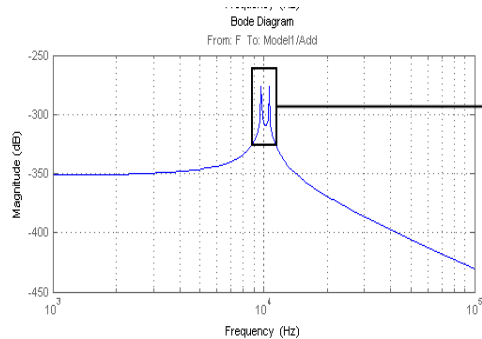
Эквивалентные схемы каналов вторичных колебаний вдоль оси Z



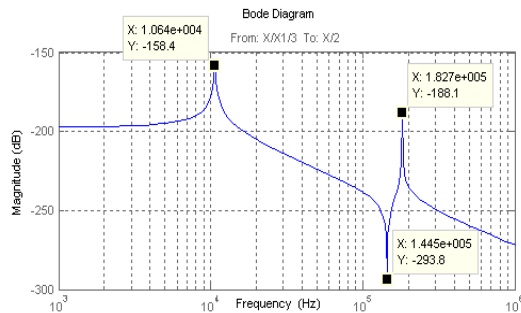
# БЛОК-СХЕМА ДВУХКОМПОНЕНТНОГО МЭМС ГИРОСКОПА



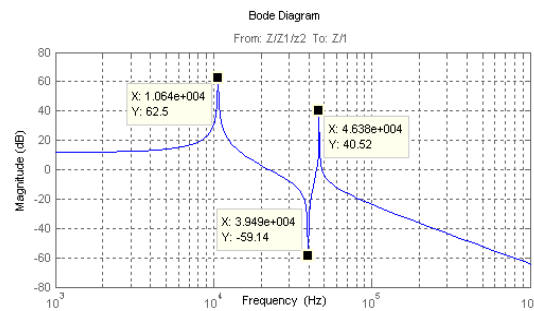
# АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА



## Первичный канал вдоль оси Y



## Вторичный канал вдоль оси X

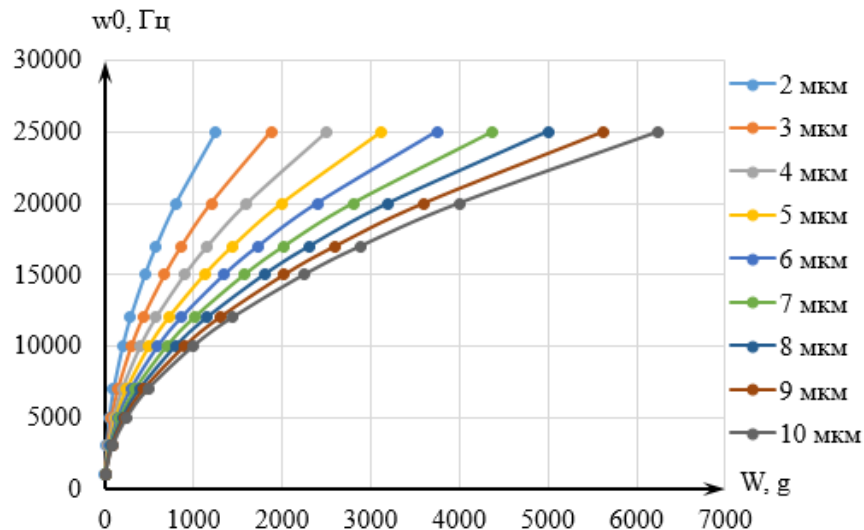


## Вторичный канал вдоль оси Z

# АНАЛИЗ УДАРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

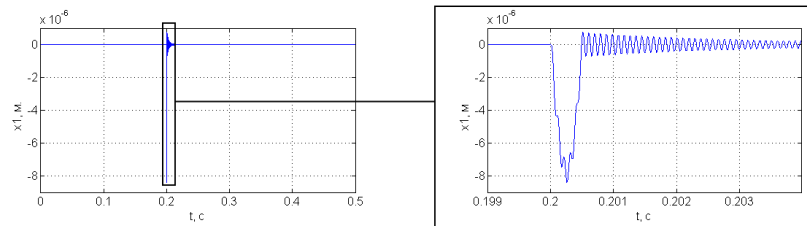
максимальное ускорение, приводящее к касанию подвижных и неподвижных элементов сенсора микрогироскопа

$$W_{\max} = \Delta \cdot \omega_0^2$$

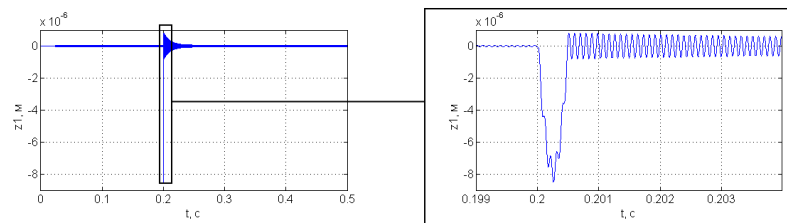


Максимальные ударные ускорения, приводящие к касанию подвижных частей конструкции с неподвижными

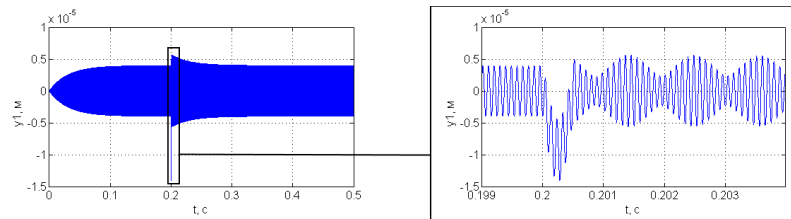
# АНАЛИЗ УДАРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ



Перемещения сенсора гироскопа по оси X при ударе

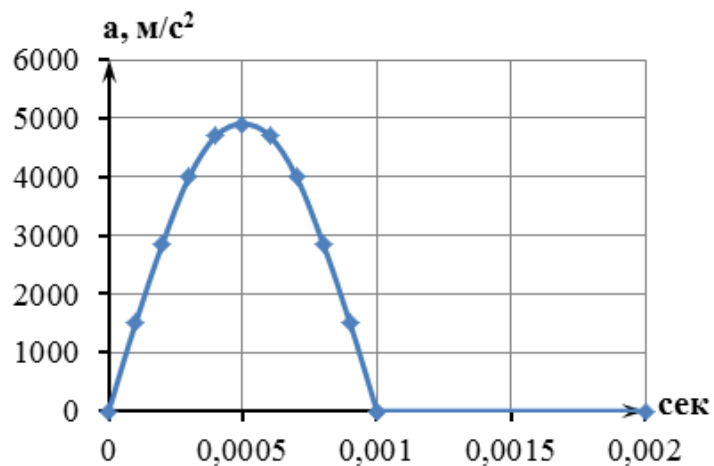
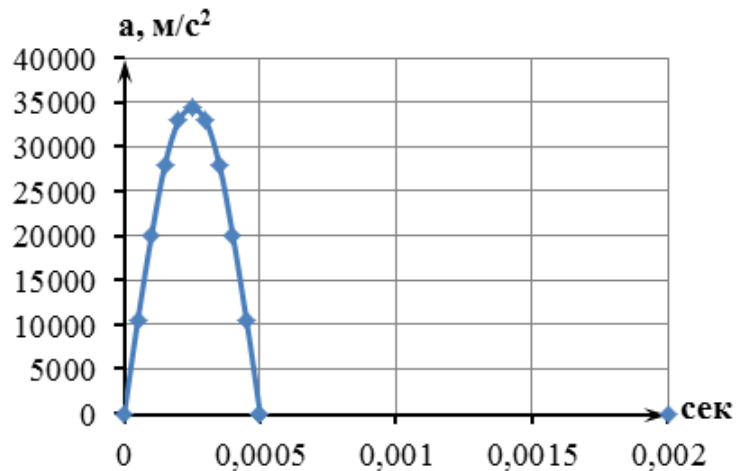


Перемещения сенсора гироскопа по оси Z при ударе

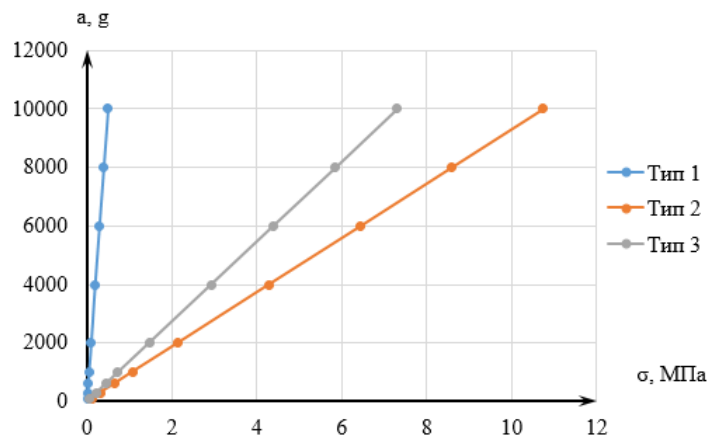
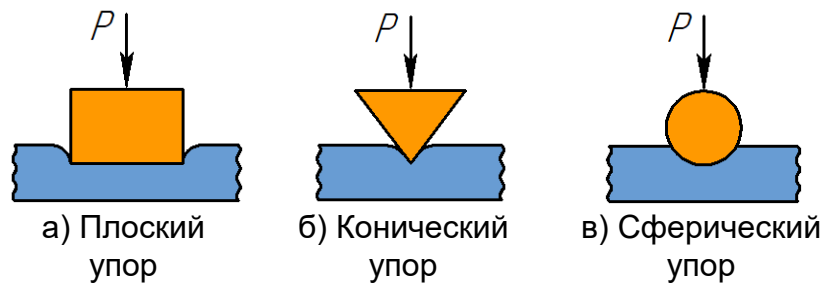


Перемещения сенсора гироскопа по оси Y при ударе

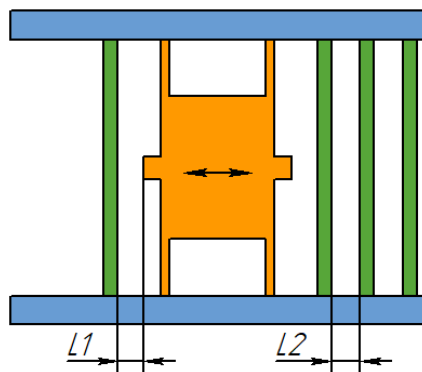




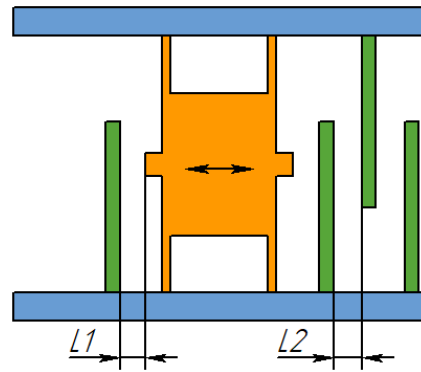
Параметры ударного воздействия






Зависимость напряжений от величины удара



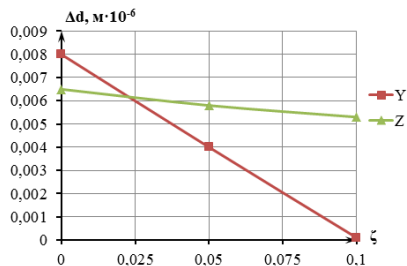
Тип 1



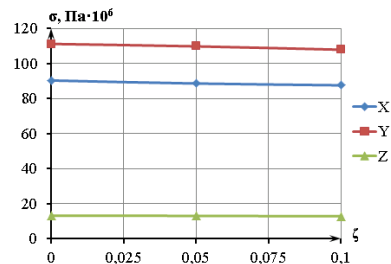
Тип 2

-  - Подвижная масса
-  - Неподвижная часть
-  - ГВУ

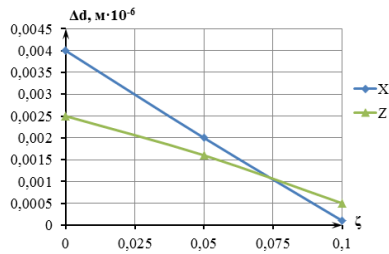
Типы исследуемых гасителей ударов



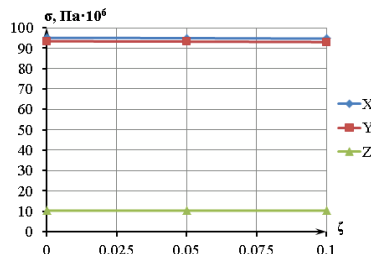
Перемещения  
конструкции вдоль оси X



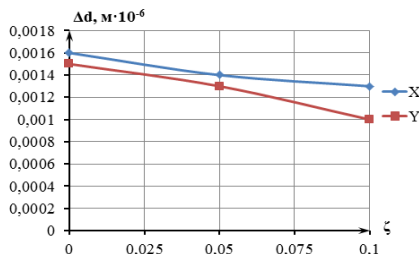
Напряжения конструкции  
вдоль оси X



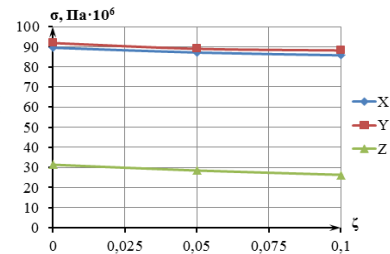
Перемещения  
конструкции вдоль оси Y



Напряжения  
конструкции вдоль оси Y



Перемещения  
конструкции вдоль оси Z



Напряжения  
конструкции вдоль оси Z

Спасибо за внимание