

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВПО “Ивановский государственный энергетический университет им.Ленина”
Электромеханический факультет
Кафедра теоретической и прикладной механике

Экспериментальное исследование сейсмоустойчивых зданий без фундамента

Выполнил
Студент гр.5-33 Морозов А.С.
Руководитель
д.т.н. Муницын А.И.

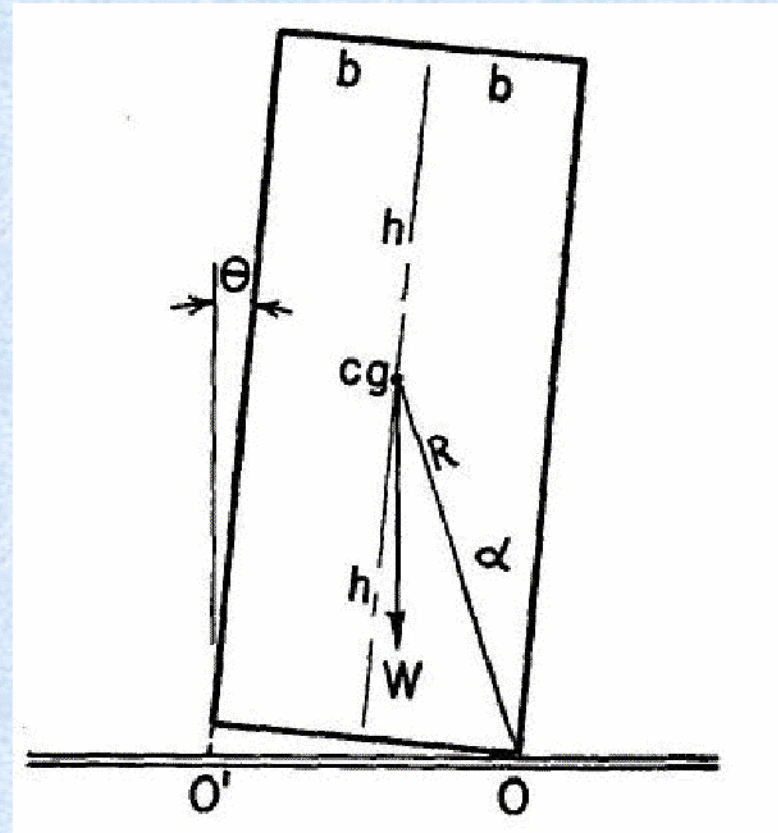
Иваново 2014

Объект исследования

Свободные колебания твердого блока

Параметры блока:

- $h=0.079\text{м}$ – высота блока
- $b=0.018\text{м}$ – ширина блока
- $l=0.075\text{м}$ – длина блока
- $m=0.834\text{кг}$ – вес блока
- $W=8.173 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2}$
- $I=0.034$ момент инерции
- $R=0.041\text{м}$
- $\alpha=13^\circ$
- $\Theta=9^\circ$



Твердый блок

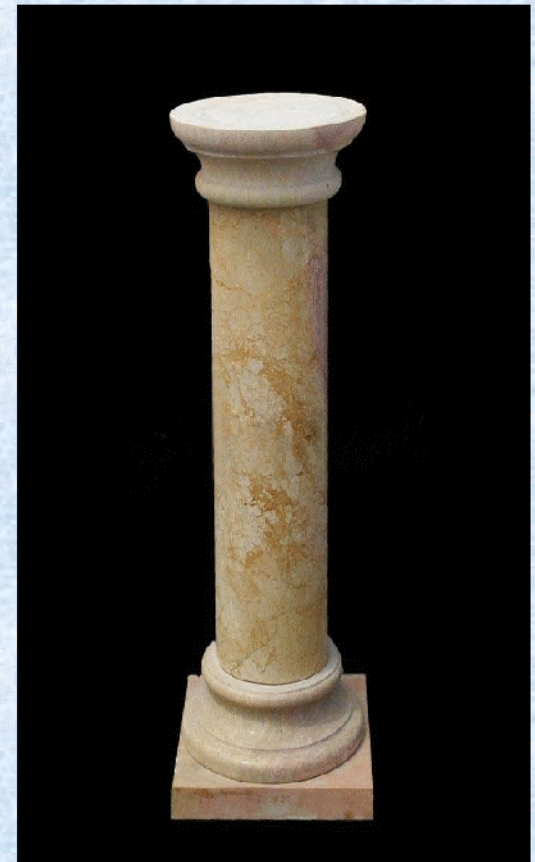
Актуальность работы

Во время чилийских землетрясений в мае 1960 года множество на взгляд не устойчивых сооружений пережили землетрясение, в то время как более устойчивые были сильно повреждены или полностью разрушены. В частности не были разрушены водонапорные башни типа “golf-ball-on-a-tee”, каменные колонны и высокие и тонкие каменные надгробья.



Водонапорная башня
типа “golf-ball-on-a-tee”

Стало заметно что вибрационные особенности высоких тонких структур заметно отличаются от остальных линейно упругих структур.



Каменная колонна

Аналитическое решение

Для высоких, тонких блоков имеющих угол α меньше чем 20° можно воспользоваться следующим уравнением для нахождения свободных колебаний.

$$\ddot{\theta} - p^2 \theta = \mp p^2 \alpha, \text{ где } p^2 = \frac{WR}{I}$$

Разложим решение на 2 участка:

На 1 участке уравнение примет вид

$$\ddot{\theta} - p^2 \theta = -p^2 \alpha$$

Начальные условия

$$\text{При } t_0 = 0 \quad \theta = A$$

$$\dot{\theta} = 0$$

Решив уравнение получим

$$\theta = (A - \alpha) \cosh pt + \alpha$$

$$\frac{d}{dt} \theta(t) \rightarrow p \cdot \sinh(p \cdot t) \cdot (A - \alpha)$$

$$\frac{d^2}{dt^2} \theta(t) \rightarrow p^2 \cdot \cosh(p \cdot t) \cdot (A - \alpha)$$

На 2 участке уравнение примет вид

$$\ddot{\theta} - p^2 \theta = +p^2 \alpha$$

Начальные условия находятся из уравнений полученных на первом участке

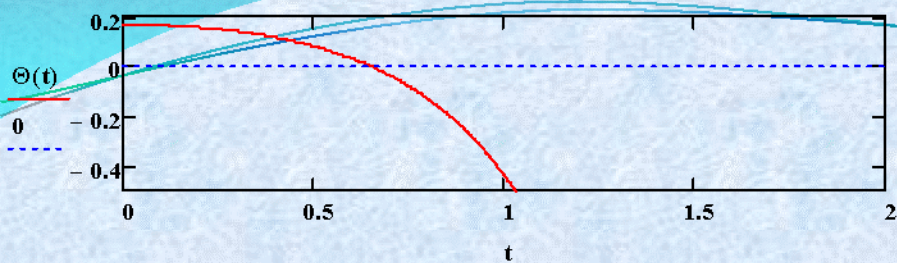


График перемещения блока на 1 участке

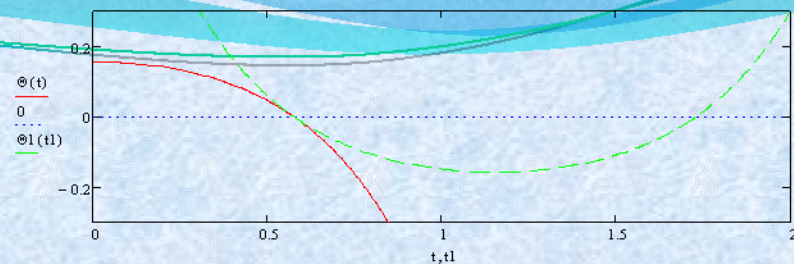


График перемещения блока на 1 и 2 участке

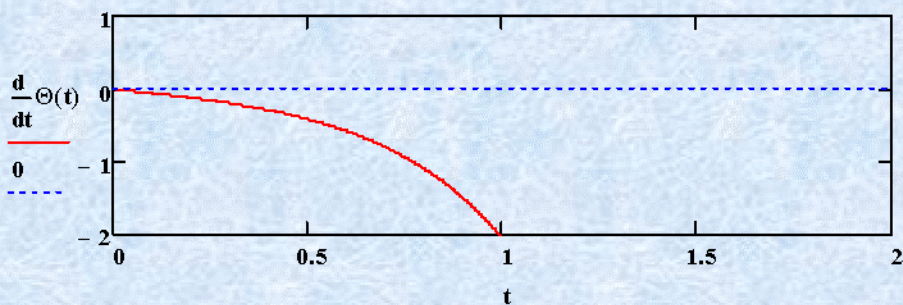


График скорости блока на 1 участке

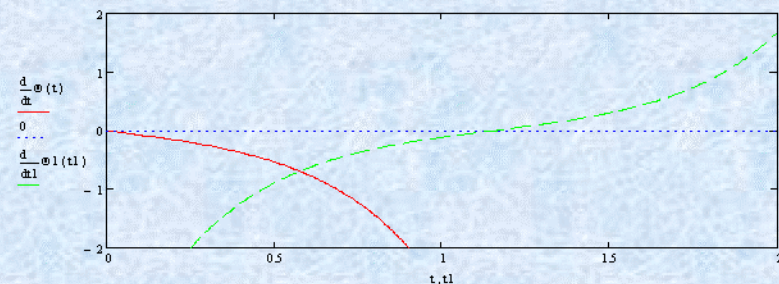


График скорости блока на 1 и 2 участке

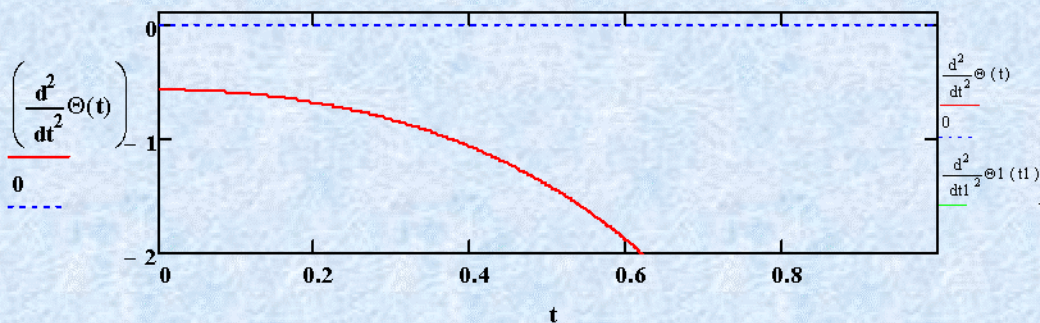


График ускорения блока на 1 участке

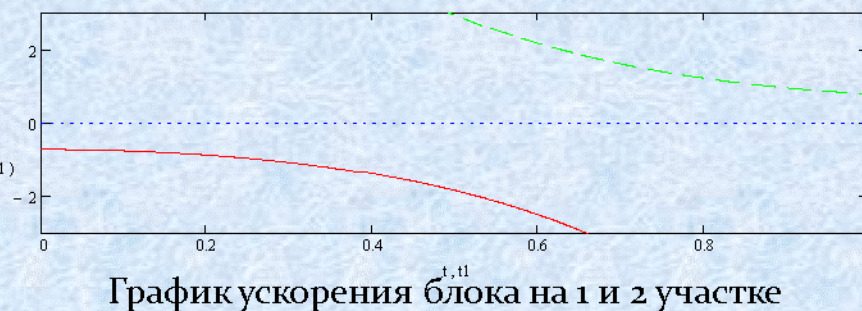
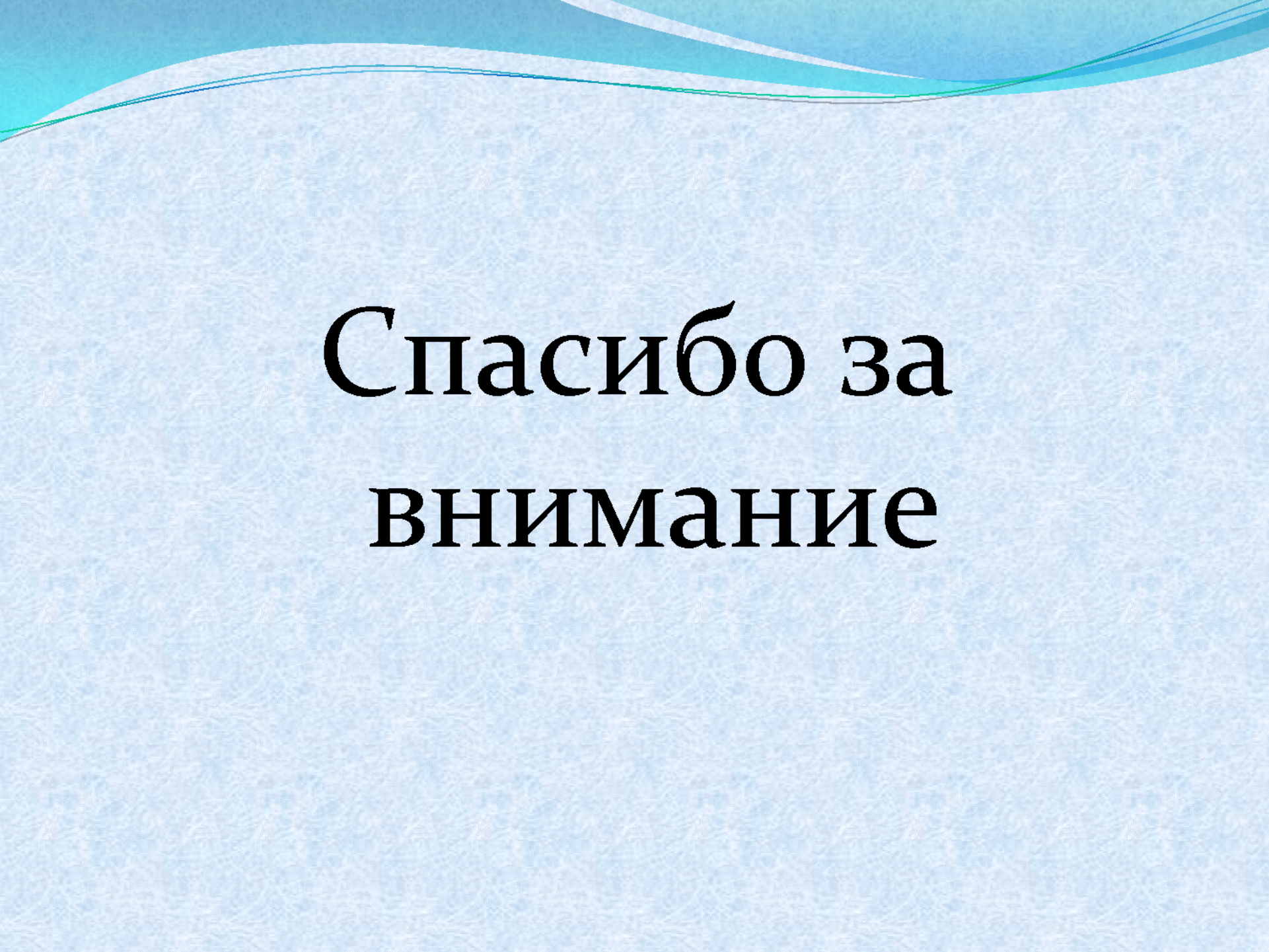


График ускорения блока на 1 и 2 участке



**Спасибо за
внимание**