



НТУ «ХПИ»

представляет

Курс

дистанционного

обучения

*колебания*

*и*

*виброзащита*

*самоходных*

*машин*



В

# УКРАИНЕ

1991 года рождения



В СЛАВНОМ ГОРОДЕ

ХАРЬКОВЕ

1654 года рождения



НАЦИОНАЛЬНОМ

ТЕХНИЧЕСКОМ

В

УНИВЕРСИТЕТЕ

"ХАРЬКОВСКИЙ

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ

ИНСТИТУТ"

1885 года рождения



на кафедре

" Автомобиле- и

тракторостроения

1930 года рождения



В 2003 ГОДУ

от Рождества Христова



# СОТВОРИЛИ авторы

**Самородов**

**В.Б.  
д.т.н.**



**профессор**



**Грива Е.  
И.**

**доцент**



**Шадрунов  
Е.В.**

**аспирант**



# Действующие лица

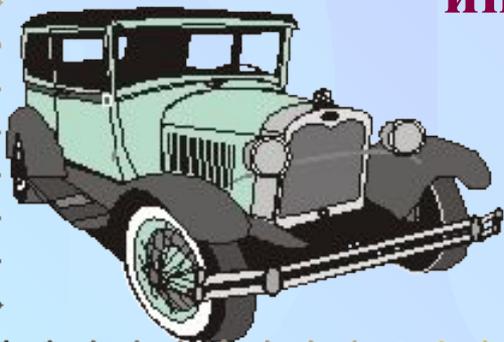


Прилежный ученик



# Уровень начальной подготовки слушателя

- ✦ Навыки работы с персональным компьютером
- ✦ Умение использовать ОС Windows.
- ✦ Знание общеинженерных базовых дисциплин:  
автомобили и тракторы – основы конструкции;  
высшая математика;  
информатика;  
теоретическая механика;  
сопротивление материалов.



# Поставленные цели

✦ Изучение теоретических основ механических колебаний;

✦ Умение предвидеть и предотвращать вредное воздействие колебаний на работоспособность конструкций самоходных машин, на условия труда человека.

Национальный политехнический университет "Харьковский политехнический институт"



Кафедра "Автомобиль- и тракторостроения"

**Веб-Класс ХПИ**

предоставляет дистанционный курс

© 2002 ПЛДО

"Колебания и виброзащита самоходных машин"



Предисловие	Краткая характеристика курса. Общие требования к будущему слушателю.
Содержание	Сведения о разработках дистанционного курса.
О руководителе занятий и способах связи с ним	
Регистрация	Заполнение регистрационного бланка и передача его в базу данных.
Выход	Открытие доступа к материалам дистанционного курса.
Курс	Просмотр занятий стандартного курса.
Курс-мини	Просмотр индивидуальных занятий.
Библиотека	Просмотр ресурсов из базы данных.
Тесты	Онлайн тестирование слушателей данного курса.
Информация	Информация об активности слушателей данного курса.
Почта	Внутренняя почта.
Форум	Дискуссионный форум данного курса.
Выход	Выход. Это окно необходимо закрывать последним при работе с курсом.



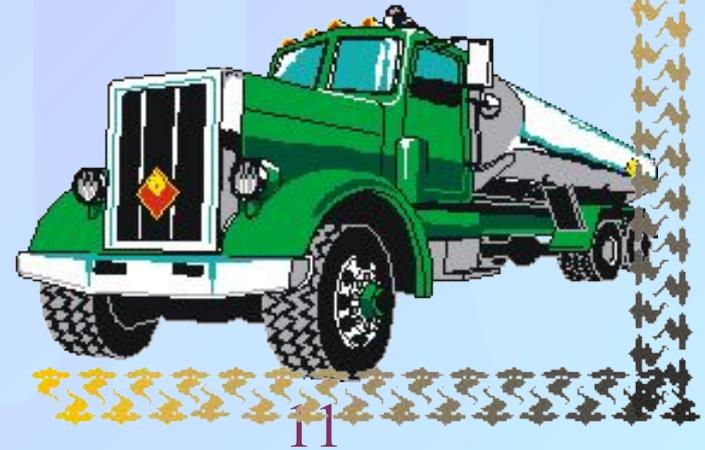


Не будет, вероятно, преувеличением сказать, что среди профессов, как правило, преподавателей и тренеров, они и являются в основном, колебания, возникающие в процессе работы экипажа, являются на высоте повышенной выносливости, часто переносимой восте.

Александр В.Д. Панченко

## Колебания и виброзащита самоходных машин

Тема	Содержание
Основные понятия и терминология	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Цель и задачи курса.</li> <li>• Определение механических колебаний.</li> <li>• Основные этапы исследования колебаний.</li> <li>• Классификация колебаний.</li> <li>• Обобщенное уравнение, абсолютная и относительная системы координат.</li> <li>• Систематика расчетной модели системы.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Системы координат и вращений.</li> <li>• Вспомогательные системы.</li> <li>• Потенциальные системы. Угловые и вращательные системы.</li> <li>• Оценка релаксационных систем.</li> </ul>



# Задачи изучения курса

- ✦ Составление математических моделей колебаний механических систем машин;
- ✦ Методика теоретических исследований колебательных процессов;
- ✦ Оценка влияния конструктивных параметров узла на колебания;
- ✦ Выработка рекомендаций по выбору рациональных параметров узлов машины.



# Специфика работы в дистанционном курсе



Планируется еженедельная самостоятельная работа слушателя по освоению предлагаемого курса. Время работы в дистанционном курсе не оговаривается.



Слушатель имеет возможность общаться со своим тьютором по сети *Internet*, принимать участие в обсуждении отдельных вопросов.



Для взаимного обсуждения группой слушателей каких –либо вопросов планируется проведение *форума*.



# Общая структура курса

Раздел 1 Основы прикладной теории колебаний  
*объём – 10 недель*

Раздел 2 Колебания в трансмиссии самоходной  
машины  
*объём – 6 недель*

Раздел 3 Колебания остова самоходной машины  
*объём – 6 недель*

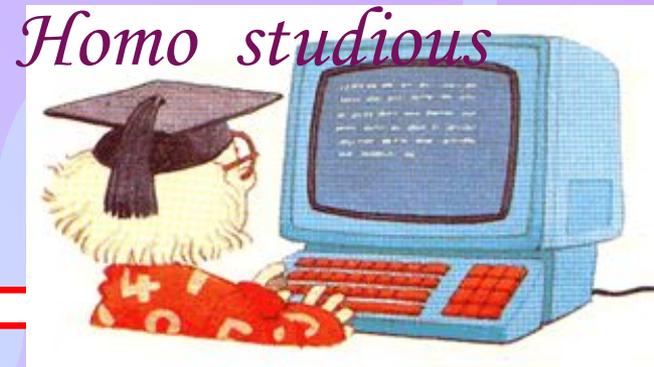
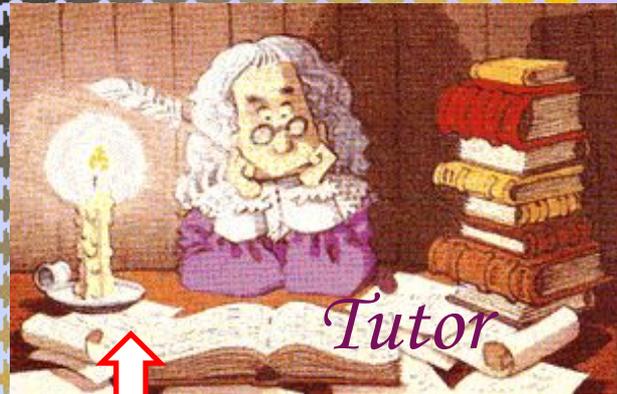
Раздел 4 Вибрация на органах управления машины  
*объём – 2 недели*

Заключительная часть - *объём – 1 неделя*



Для получения дополнительной информации и справочных данных служат *гlossарий* и *библиотека* дистанционного курса

# Организация курса



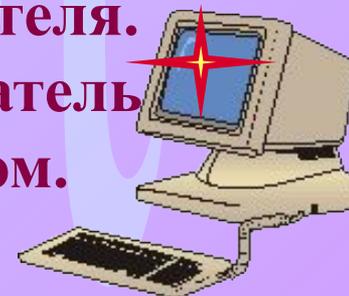
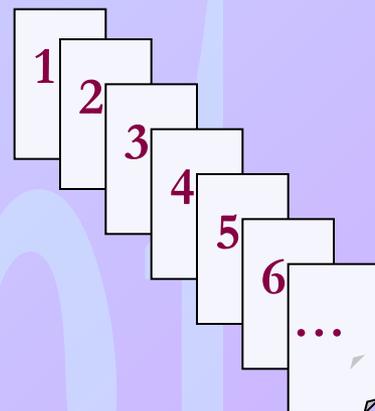
# Структура модуля

Предназначенный к изучению в течении недели пакет информации объединен в модуль с определенной тематикой.

## Содержание модуля:

- теоретическая часть;
- практические вопросы и задачи;
  - задание на самостоятельную работу;
  - контрольное тестирование;
  - дополнительные источники.

Объём модуля предполагает шесть часов работы слушателя. В процессе работы слушатель выходит на связь с тьютором.



# Теоретическая часть

- Изложение основных положений в соответствии с темой занятия. Иллюстративный материал.
- Планируемый объём работы слушателя – 4 часа

6.3. Вынужденные колебания при произвольном периодическом внешнем воздействии.

Вынужденные колебания линейной одно-массовой системы в случае кинематического воздействия периодического характера.

В самоходных машинах довольно широкое применение находят элементы конструкции рамного или балочного типа, многие из них испытывают значительные переменные нагрузки и подлежат расчету. С этой целью вводят безмассовую ось (скелет) с массой  $M_0$ .

Уравнения дифференциальных уравнений имеют вид:

$$M_0 \ddot{x}_2 + \dots = Q_{вн}(t)$$

где принимаем допущения:

- отсутствие демпфирования;
- материалы упругие;
- сосредоточенные массы; малые деформации.

$$\begin{cases} x_2'' - \dots - \delta_{11} \dot{x}_1' \\ x_2'' - \dots - \delta_{21} \dot{x}_1' \\ x_2'' - \dots - \delta_{22} \dot{x}_2' \end{cases}$$

в направлении  $x_2$  условия, при этом влияние податливости опоры не учитывается. Сопротивление материала опоры при этом определяется

Выводы:

- Физические параметры системы, какими являются ее главные частоты, не зависят от выбора обобщенных координат и способа составления уравнений движения системы.
- Коэффициенты распределения амплитуд, как и главные частоты, не зависят от начальных условий, а определяются только параметрами системы.
- Исследование свободных колебаний механических систем включает в себя следующие этапы:
  - выбор обобщенных и избыточных координат, определение связей между ними;
  - составление уравнений движения системы;
  - определение постоянных коэффициентов уравнений
    - $a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}$  - для прямой формы записи или
    - $\delta_{ij}, a_{ij}$  - для обратной формы уравнения движения;
  - составление уравнения частот и определение главных частот системы  $k_j$ ;
  - определение коэффициентов распределения амплитуд  $\mu_j$ ;
  - построение и последующий анализ форм главных колебаний;
  - определение амплитуд и фаз колебаний системы с учетом начальных условий, построение закона движения.

© 2002 ИТУ "СПИ" Кафедра "Автомобили и транспортные средства"

# Практическая часть

- ❖ Планируемый объём работы слушателя – 2 часа
- ❖ Подробное решение задач по теме модуля, иллюстративный материал.
- ❖ Задачи для самостоятельного решения.

Исследовать движение параметров системы:

- балка:  $M$
- подвеска:

Определить частоты и формы сосредоточенными массами.

Исходные данные:  $m_1, m_2, I_0$

При отсутствии трения для д

Так как обе звенья являются нелинейными, перевозить их по частям, выделяя линейные участки, а затем суммируя их. Для определения коэффициентов влияния с парными индексами

и получившими с их помощью уравнениями движения. Коэффициенты канонической системы уравнений определим, сопоставляя выражения энергий исследуемой системы и канонических выражений. Кинетическая энергия двухмассовой системы имеет форму завис

Колесная рассматриваем в пре

Двухмассовые системы в резонансе вынужденных колебаний описывается выражением:

$$x(t) = h_1 \cdot |W_1(\omega)| \cdot \sin(k_1 \omega \cdot t + \varphi_1) + h_2 \cdot |W_2(\omega)| \cdot \sin(k_2 \omega \cdot t + \varphi_2) + \dots + h_j \cdot |W_j(\omega)| \cdot \sin(k_j \omega \cdot t + \varphi_j)$$

С учетом заданных параметров системы имеем:

$$x(t) = 0,0156 \sin(20t + 0,427) + 0,1216 \cdot \sin(10t + 0,656) + 0,0013 \sin(40t + 0,391)$$

Максимально возможное значение амплитуды вынужденных колебаний

$$x(t) = 0,0156 + 0,1216 + 0,0013 = 0,139 \text{ м}$$

$\varphi_1(\omega) = \arctg\left(\frac{-2n \cdot k_1 \omega}{p^2 - k_1^2 \omega^2}\right) j1 = 0,427 \text{ рад}$   
 $\varphi_2(\omega) = \arctg\left(\frac{-2n \cdot k_2 \omega}{p^2 - k_2^2 \omega^2}\right) j2 = 0,656 \text{ рад}$   
 $\varphi_j(\omega) = \arctg\left(\frac{-2n \cdot k_j \omega}{p^2 - k_j^2 \omega^2}\right) j3 = 0,391 \text{ рад}$

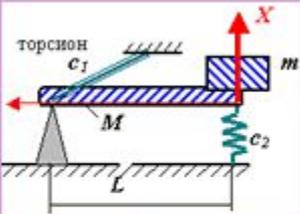
# Тестирование

- ❖ Модуль содержит два комплекта тестов.
- ❖ Сочетание вопросов производится компьютером случайным образом.
- ❖ Ответы на тестовые вопросы сообщаются тьютору.

Диалоговое окно веб-страницы

**? Ответ на вопрос № 2**

Для най...  
энер...  
 $q =$



торсион  $c_1$

$M$

$L$

$m$

$c_2$

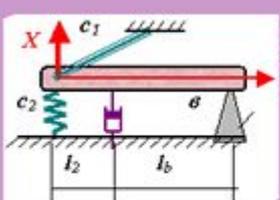
$X$

- $0,5(ML^2/(3(I_1+I_2)) + m) \cdot (q)^2$
- $0,5(m + M/3) \cdot (q)^2$
- $0,5(M/3 + mL^2) \cdot (q)^2$
- $0,5(MI_2/(12I_1) + m) \cdot (q)^2$
- $0,5(mL^2 + MI_2/I_1) \cdot (q)^2$
- $0,5(ML^2/3 + mL^2) \cdot (q)^2$

Диалоговое окно веб-страницы

**? Ответ на вопрос № 2**

Для най...  
испе...



$X$

$c_1$

$c_2$

$m$

$L_1$

$L_2$

$I_1$

$I_2$

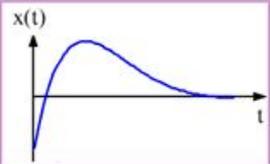
- $(bI_b^2/(I_1+I_2))\varphi'$
- $((bI_b^2/(I_1+I_2))\varphi'$
- $(bI_b/I_1)x'$
- $(c_1 + bI_b + c_2)x$
- $(bI_1 + c(I_1 + I_2))\varphi'$
- $(bI_b/I_2)x'$

Отвечаю

Диалоговое окно веб-страницы

**? Ответ на вопрос № 2**

Определите соответствие начальных условий для полученного экспериментально переходного процесса



$x_0 < 0$	$x_0 = 0$	$x_0 > 0$	$x'_0 < 0$	$x'_0 = 0$	$x'_0 > 0$	
<input type="checkbox"/>	Колебания в условиях сухого трения					
<input type="checkbox"/>	Колебания в условия большого сопротивления линейно-вязкого трения					
<input type="checkbox"/>	Колебания в условиях турбулентного трения					
<input type="checkbox"/>	Колебания в условиях малого сопротивления линейно-вязкого трения					
<input type="checkbox"/>	Колебания в условиях большого сопротивления периодического трения					

Отвечаю



# Применение полученных знаний

- ✦ В ходе дипломного проектирования студентов специальности «Колесные и гусеничные транспортные средства»
- ✦ В ходе проектирования самоходных машин на предприятиях отрасли.
- ✦ Для теоретического анализа эксплуатационных свойств самоходных машин и выработки рекомендаций
- ✦ Успешно освоившие курс студенту НТУ «ХПИ» получают свидетельство.

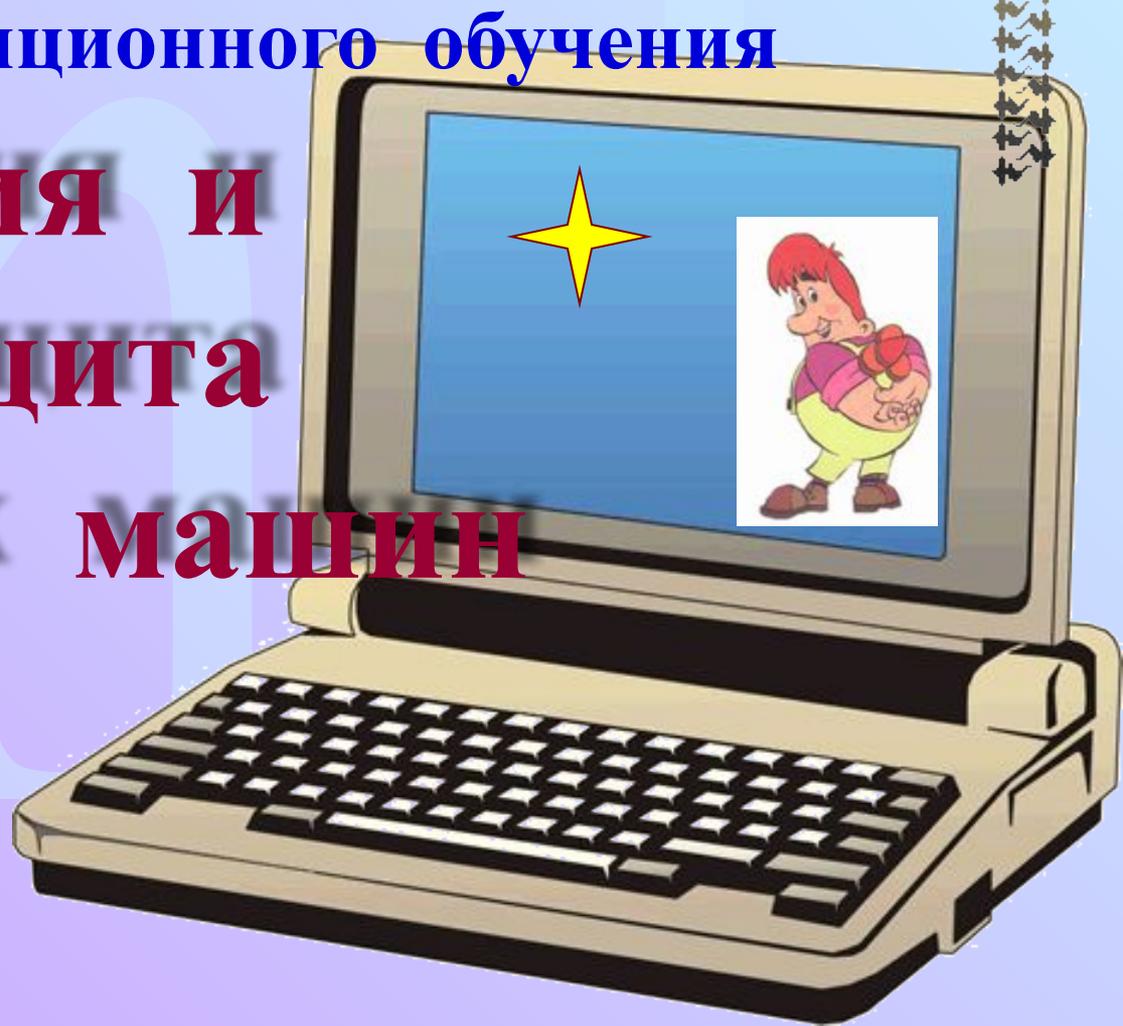


# добро ПОЖАЛОВАТЬ

курс в дистанционного обучения

Колебания и  
виброзащита

САМОХОДНЫХ МАШИН



желаем

успеха!

Наш адрес: 61002. Харьков-2,  
ул. Фрунзе-21, НТУ"ХПИ", кафедра  
«Автомобиле- и тракторостроения»

