

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”

## НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

### Коливання механічних систем

---

Для підготовки бакалаврів

Напрямок підготовки 06.050101 – “Комп’ютерні науки”

Спеціальність 05010102 – «Інформаційні технології проектування»

#### **РОЗГЛЯНУТО**

на засіданні кафедри  
ТММ і САПР

Протокол №

від «    » \_\_\_\_\_ 2009 року,

Завідуючий кафедрою,  
проф. Ткачук М.А.

\_\_\_\_\_

#### **ЗАТВЕРДЖЕНО**

Вченою радою факультету  
транспортного машинобудування

Протокол №

від «    » \_\_\_\_\_ 2009 року,

Декан факультету  
проф. Єпіфанов В.В.

\_\_\_\_\_

Харків 2009

## ПЕРЕДМОВА

Вивчення дисципліни “Коливання механічних систем” спрямоване на формування знань загальних методів використання основних законів та принципів механіки, закріплення знань з основних методів побудови математичних моделей зі скінченим числом ступенів свободи, правил зведень навантажень, жорсткісних та інерційних характеристик, а також визначення динамічних навантажень цих систем, пошуку нових оптимальних розв’язань задач, що виникають при розробці, технічній реалізації і експлуатації сучасних транспортних засобів. Дисципліна “Коливання механічних систем” є базовою дисципліною в системі підготовки бакалаврів за спеціальністю 6.080405 “Інформаційні технології проектування”, має інженерну спрямованість.

Вивчення дисципліни повинно бути організовано згідно з навчальною та робочою програмами. Системою контролю якості навчання студентів дисципліни є індивідуальні типові розрахунково–графічні роботи, модульні роботи, іспит.

Для організації самостійної роботи студентів рекомендовано використовувати додаткову літературу та навчальні методичні посібники, розроблені викладачами кафедри ТММ та САПР.

Вивчення дисципліни повинно бути організовано згідно з навчальною та робочою програмами. Загальний обсяг годин на вивчення дисципліни – 234 г, з них на аудиторні заняття – 96 г і на самостійну роботу студентів – 138 г.

## ВИМОГИ ДО ЗНАНЬ І УМІНЬ

### Змістовний модуль №1. Системи з одним ступенем вільності.

#### Знання:

- основні поняття та визначення;
- векторне зображення коливань та їх подання у комплексній площині.;
- перехідна функція, частотні характеристики, годограф коливань;
- пружні коливання;
- фазові траєкторії та фазовий портрет.

#### Уміння:

- класифікувати коливання динамічних систем за їх ознаками, будувати математичні моделі систем та отримувати рівняння руху;
- класифікувати навантаження та правильно застосовувати правила зведення при силовому та гальмівному режимах;
- досліджувати вільні та вимушені коливання з одним ступенем вільності, також з урахуванням тертя.

## **Змістовний модуль №2. Коливання систем з довільним числом ступенів вільності.**

### **Знання:**

- багатомасові динамічні системи;
- поздовжні коливання стрижнів, гіпотези, диференційне рівняння стрижня сталого поперечного перерізу без урахування сил тертя;
- визначення власних рішень, частот та амплітуд гармонічних складових для багатозв'язкових областей;
- перехід від багатозв'язкової до однозв'язкової схеми, визначення головних частот;
- поздовжні коливання систем з розподіленими параметрами;
- крутильні коливання стрижнів;
- згинні коливання стрижнів, метод Крилова, граничні умови.

### **Уміння:**

- вміти визначати власні рішення, частоти та амплітуди гармонічних складових для багатозв'язкових областей;
- здійснювати перехід від багатозв'язкової до однозв'язкової схеми;
- визначати головні частоти;
- застосовувати основні методи наближених чисельних розрахунків коливань.

## **Змістовний модуль №3. Застосування теорії коливань.**

### **Знання:**

- структура та принцип дії автоколивальної системи;
- розривні коливання;
- параметричні коливання лінійних систем;
- технічне застосування теорії коливань.

### **Уміння:**

- застосовувати загальні методи розрахунку автоколивальних систем ;
- обчислювати власні частоти крутильних коливань у багатоциліндрових двигунах;
- основи розрахунків віброізоляції.

## **ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ**

**3-й курс, 6-й семестр**

**Модуль 1. Коливання систем з кінцевим числом ступенів вільності,  
48 годин – 3,2 кредити.**

**Змістовний модуль №1. Системи з одним ступенем вільності.**

**Тема 1. Основні поняття та визначення теорії коливань.**

Коливання та величини, що їх характеризують. Векторне зображення коливань та їх подання у комплексній площині. Фазові траєкторії та фазовий портрет. Перехідна функція, частотні характеристики, годограф коливань. Типи коливань та їх ознаки

**Тема 2. Системи з одним ступенем вільності.**

Розрахункові схеми та рівняння руху. Вільні коливання лінійної консервативної системи. Вимушені коливання лінійної системи без тертя. Затухання вільних коливань. Вимушені коливання систем з тертям. Вимушені коливання систем при в'язкому терті. Параметричне збудження коливань. Коливання нелінійних систем. Метод осереднення.

**Тема 3. Системи з двома ступенями вільності.**

Вільні коливання. Головні коливання. Динамічний поглинач коливань без затухання. Динамічний поглинач коливань з затуханням. Поглиначі поштовхів на автомобілях. Віб्रोізоляція нежорсткої основи.

**Змістовний модуль №2. Коливання систем з довільним числом ступенів вільності.**

**Тема 4. Коливання систем з довільним числом ступенів вільності.**

Рівняння руху. Визначення частот і форм вільних коливань. Головні коливання. Матрична форма рівнянь. Особливі випадки розрахунку власних коливань. Вимушені коливання. Вплив тертя на коливання систем з довільним ступенем вільності. Коливання стрижнів з розподіленою масою.

**Модуль 2. Системи з довільним числом ступенів вільності,  
48 годин – 3,3 кредити.**

## **Тема 5. Чисельні методи розрахунку коливань.**

Простіші наближені формули для оцінки нижчої власної частоти. Метод Релея – Рітца. Пряма дискретизація систем з розподіленою масою. Метод послідовних наближень. Метод динамічних податливостей та динамічних жорсткостей. Розрахунок власних частот системи без визначення форм її коливань. Метод початкових параметрів. Метод прогонки. Розрахунок власних коливань регулярних систем.

## **Змістовний модуль №3. Застосування теорії коливань.**

### **Тема 6. Автоколивання.**

Структура та принцип дії автоколивальної системи. Методи розрахунку. Приклади автоколивальних систем. Метод лінеаризації початкових рівнянь. Метод Рітца – Гальоркіна. Метод повільно змінюючихся амплітуд. Розривні коливання.

### **Тема 7. Параметричні коливання.**

Приклади осциляторів з параметричним збудженням. Параметричні коливання лінійних систем. Математичний маятник з параметричним збудженням. Коливання гойдалки.

### **Тема 8. Деякі технічні застосування теорії коливань.**

Основи розрахунків віброізоляції. Основи розрахунків віброізоляції. Коливання валів, що обертаються. Коливання лопаток турбін. Осьові коливання дисків турбомашин. Коливання циліндричних гвинтових пружин. Принципи вібраційного переміщення.

**Розподіл навчального часу за змістовними модулями та видами навчальних занять**

Назва змістовного модуля	Загальний обсяг		З них		У т.ч. за видами навчальних занять у годинах							Контрольні заходи			Звіт-ність
	годин	кредитів	Аудиторні заняття	Самостійна робота	Лекції	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Семінарські заняття	Курсова робота	РР, РГР (№ тижня)	ОДЗ	Тестове опитування	Модульна контрольна робота №1(№ тижня)	Модульна контрольна робота №2(№ тижня)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>3-й курс, 6-й семестр</b>															
<b>Модуль 1. Коливання систем з кінцевим числом ступенів вільності.</b>	<b>116</b>	<b>3,2</b>	<b>48</b>	<b>68</b>	<b>24</b>	<b>24</b>				+			8		
<b>Змістовний модуль №1. Системи з одним ступенем вільності.</b>	78	2,16	32	46	16	16									
Тема 1. Основні поняття та визначення теорії коливачь.	20	0,56	8	12	4	4						+			
Тема 2. Системи з одним ступенем вільності.	38	1,04	16	22	8	8						+			
Тема 3. Системи з двома ступенями вільності.	20	0,56	8	12	4	4									
<b>Змістовний модуль №2. Коливання систем з довільним числом ступенів вільності.</b>	70	1,9	28	42	14	14									
Тема 4. Коливання систем з довільним числом ступенів вільності.	38	1,04	16	22	8	8						+			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>Модуль 2. Системи з довільним числом ступенів вільності.</b>	<b>118</b>	<b>3,3</b>	<b>48</b>	<b>70</b>	<b>24</b>	<b>24</b>				+				15	
Тема 5. Чисельні методи розрахунку коливань.	28	0,86	12	18	6	6									
<b>Змістовний модуль №3. Застосування теорії коливань.</b>	88	2,4	36	52	18	18									
Тема 6. Автоколивання.	29	0,8	12	17	6	6						+			
Тема 7. Параметричні коливання.	29	0,8	12	17	6	6						+			
Тема 8. Деякі технічні застосування теорії коливань.	30	0,8	12	18	6	6						+			
<b>Разом з дисципліни</b>	<b>234</b>	<b>6,5</b>	<b>96</b>	<b>138</b>	<b>48</b>	<b>48</b>			+				+	+	+

### 1.3. Розрахунково – графічні роботи

Номер спеціальності	Семестр	Види робіт	Число навчальних тижнів на виконання	Строки захисту (на якому тижні)
6.050101	3	<p><b>РГР№1:</b> „ Вільні малі коливання системи з одним ступенем свободи. Повздовжні, поперечні, крутильні коливання ”.</p> <p><b>РГР№2:</b> „ Згинні коливання стрижнів. Метод Крилова. Граничні умови”.</p>	8 5	9 14



**1.4. Розподіл викладачів за потоками, навчальними групами  
на 2009/2010 навчальний рік**

Семестр	Вчене звання, ступінь, прізвище, ініціали викладача	Вид занять	Номери потоків та навчальних груп
3	Ст. викладач Коноваленко О.Є.	Л, ПЗ, ЛЗ, СР	87 <sup>б</sup>

Завідуючий кафедрою „Теорії і систем автоматизованого проектування механізмів і машин”,

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2010 року

## 2. ЗАСОБИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ПОТОЧНОГО КОНТРОЛЮ

Семестр	Коли проводиться ( № тижня )	Варіанти і зміст модульних контрольних робіт ( контрольних робіт )
1	2	3
3		Тестове опитування за темою № 2
3		Тестове опитування за темою № 3
3		Тестове опитування за темою № 4
3		Тестове опитування за темою № 5
3		Тестове опитування за темою № 6
3	8	<b>Модульна контрольна робота №1</b> Малі коливання ССЧСС біля положення стійкості рівноваги. Метод Лагранжа.
3	15	<b>Модульна контрольна робота №2</b> Диференційне рівняння стрижня постійного поперечного перерізу без урахування сил тертя. Крутильні коливання стрижнів.

### 3. ІНФОРМАЦІЙНО-МЕТОДИЧНЕ І МАТЕРІАЛЬНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

№ п/р	Назва підручників, навчальних посібників, методичних вказівок, каталог інформаційного і матеріального забезпечення	Де застосовується			
		Л	ПЗ	ЛЗ	СР
1	2	3			
1	Бабаков І.М. Теорія коливань. - М. Наука, 1965.- 560с.	+	+		+
2	Бидерман В.Л. Теорія механічних коливань. - М., Вища школа, 1980. - 405с.	+	+		+
3	Власенко Н.В. Теорія коливань.. - М., Вища школа, 1992. - 430с	+	+		+
4	Тимошенко С.П, Янг Д.Х., Уивер У. Коливання в інженерному деле / переклад з англійського. - М. Машиностроєння, 1985. - 472с	+			+
5	Пановко Я.Г. Введення в теорію механічних коливань. - М. Наука, ГРФМА, 1991, -256с.	+			+
6	Справочник Вибрації в техніці, т1. - М. Машиностроєння, 1978	+	+		+
7	Кельзан А.С., Журавлев Ю.Н., Январев Н.В. Розрахунок і конструювання роторних машин. - М., Машиностроєння, 1978	+	-	-	+
8	Светлицкий В.А., Стасенко І.В. Збірник завдань по теорії коливань. – М., Вища школа, 1973.	+	+		+
9	Казак С.А. Динаміка мостових кранів. – М., Машиностроєння, 1968.		+	-	+