

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

**Факультет біотехнології і біотехніки**

Інститут / факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан ФБТ

(назва інституту/факультету)

\_\_\_\_\_

(підпис)

О.М. Дуган

(ініціали, прізвище)

«24» червня 2016 р.

**ШУМИ І ВІБРАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ**

(назва навчальної дисципліни)

**ПРОГРАМА**

**навчальної дисципліни**

підготовки

бакалавр

(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

галузі знань

0505 Машинобудування та матеріалообробка

(13 – Механічна інженерія )

(шифр і назва)

Спеціальності 6.050503 - Машинобудування (133 – Галузеве машинобудування)

(шифр і назва)

Спеціалізації Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв

(назва)

(шифр за ОПІ СВНЗ 2.1.11)

Ухвалено методичною комісією

ФБТ

(назва інституту/факультету)

Протокол від 24.06.2016 р. № 10

Голова методичної комісії

Галкін О.Ю.

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«24» червня 2016 р.

Київ – 2016

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

професор, д.т.н., професор Карачун Володимир Володимирович

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Програму затверджено на засіданні кафедри біотехніки та інженерії  
(повна назва кафедри)

Протокол від «08» червня 2016 року № 13

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_  
(підпис) В.М. Мельник  
(ініціали, прізвище)

«30» червня 2016 р.

## ВСТУП

Програму навчальної дисципліни **шуми і вібрація обладнання**

складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки **бакалавр**  
(назва ОКР)

Галузі знань 0505 машинобудування та матеріалобробка  
(13 – Механічна інженерія)

Спеціальність 6.050503 - Машинобудування (133 Галузеве машинобудування)

Спеціалізації Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв

Навчальна дисципліна належить до циклу **професійної підготовки**

Предмет навчальної дисципліни: вивчення причини виникнення вібрації, статичну та динамічну незбалансованість, зусилля в опорах, умови рівноваги механічних систем, що знаходяться під дією плоских та просторових систем сил, механічний зміст рівноваги, вивчення причин виникнення та закономірностей розповсюдження шуму та вібрації обладнання.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна ґрунтується на знаннях, одержаних студентами при вивченні навчальних дисциплін: математика, фізика, механіка матеріалів і конструкцій, процеси, теорія механізмів і машин, деталі машин, теоретична механіка.

### **1. Мета та завдання навчальної дисципліни**

#### 1.1. Мета навчальної дисципліни.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів **здатностей:**

- вміння побудови розрахункових моделей явища,
- вміння аналітичного опису механізму прояву і дії на інші елементи,
- науково обґрунтовувати аналіз динаміки і трансляції зовнішніх збуджуючих чинників на спряжені фрагменти обладнання;
- вміння використовувати засоби очистки повітря від проблемних сумішей;
- вміння будувати абстрактні розрахункові схеми з наявного функціонуючого обладнання і здійснювати надалі перехід від абстрактних моделей до натури, формулюючи при цьому прогнозуємо її кінематичні особливості;
- коректно проводити операцію декомпозиції елементної бази обладнання на прості, класичні, моделі;
- обґрунтовувати наявність законів збереження і їх доцільності для подальшого аналізу кінематики обладнання;
- вміння застосовувати стандартні методи розрахунку при проектуванні деталей та вузлів виробів машинобудування;
- здатність використовувати професійно профільовані знання, уміння і навички в галузі механіки для рішення професіональних задач
- здатність розуміння функціональної спрямованості гнучких технологічних ліній, робототехнічних комплексі окремих маніпуляторів та приводів, здатність визначити засоби підвищення ефективності роботи обладнання
- «діяльність» + «об'єкт діяльності»;

#### 1.2. Основні завдання навчальної дисципліни.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

**знання:**

- аналізу розуміння природи виникнення кінематичного і силового (вібрації) збурення, шумів механізмів і приводу,
- засобів очистки повітря від проблемних сумішей
  - принципів побудови розрахункових схем елементів обладнання галузі;
  - методів декомпозиції складних механічних систем на типові фрагменти;
  - проведення класифікації діючих сил на внутрішні і зовнішні;
  - аналізу побудованої розрахункової моделі на наявність і прояв законів збереження;
  - чіткого розподілення зовнішніх збурюючих чинників, а також зусиль в опорах обладнання;
  - визначення особливостей кінематики механічних систем і аналіз шляхів її корекції.
  - володіння загальними принципами механіки в інерціальних і неінерціальних системах координат,
  - методів інтегрування рівнянь динаміки;
  - пояснення працівникам специфіки обладнання метою прогнозованого усунення можливих, розвинутих у часі, порушень обладнання.

**уміння:**

- використовувати методи механіки для здійснення процедури декомпозиції реальних механізмів з наступним кількісним і якісним аналізом динаміки обладнання та окреслення умов виникнення локальних особливостей резонансної структури при дії кінематичних і силових зовнішніх збурень;
- використовуючи нормативно-технічну документацію і складові технологічного обладнання та устаткування фармацевтичної та мікробіологічної промисловості, за допомогою обладнання автоматизованого робочого місця будувати єдині технологічні лінії виробництва фармацевтичних препаратів;
- використовуючи нормативно-технічну документацію, за допомогою обладнання автоматизованого робочого місця планувати і організувати експлуатацію, забезпечувати супроводження, догляд і ремонт технологічного обладнання та устаткування фармацевтичної та мікробіологічної промисловості.

**досвід:**

- здатність організувати процес конструювання та проектування виробів
- здатність організувати процес розрахунків обладнання
- здатність в любий момент часу за допомогою розрахункових схем прогнозувати порушення роботи обладнання;
- здатність проводити патентні дослідження та розробляти нові схеми, механізми, агрегати для подання заявок на винахід чи корисні моделі

**2. Структура навчальної дисципліни**

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 90 годин/3 кредитів ECTS.

**Рекомендований розподіл навчального часу**

Форма навчання	Кредитні модулі	Всього		Розподіл навчального часу за видами занять				Семестрова атестація
		кредитів	годин	Лекції	Практичні (семінарські) заняття	Лабораторні роботи (комп'ютерні практикуми)	СРС	
Денна	<i>Всього</i>	3	90	36	18		36	
	<i>1</i>	3	90	36	18		36	<i>Диф. залік</i>

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

#### **Розділ 1. Зовнішні збурюючі чинники**

**Тема 1.1.** Вступ. Зовнішні збурюючі чинники Зовнішні збурюючі чинники. Огляд основних збурюючих чинників. Природа їх виникнення. Особливості дії на обладнання.

**Тема 1.2.** Кінематичне збурення

Кінематичне збурення. Природа виникнення, механізм дії на механічні системи. Характеристики збурення. Швидкості і прискорення матеріальної точки. Розподіл швидкостей і прискорень у твердому тілі за сферичного руху.

**Тема 1.3.** Силовий вплив

Силовий вплив. Причини виникнення вібрації. Розрахункові схеми. Віброізоляція. Вільні коливання системи з двома степенями.

**Тема 1.4.** Проникне акустичне випромінювання

Акустичне випромінювання. Плоскі і циліндричні, сферичні хвилі. Механічний імпеданс. Симетрична і антисиметрична складові. Хвильове число. Хвильове співпадання. звукоізоляція, ревербераційні ефекти.

Проникне звукове випромінювання.

Променева акустика. Особливості взаємодії з плоскими та оболонковими фрагментами. Нескінченні за протяжністю. Скінченні. Побудова розрахункових моделей в залежності від співпадання з довжиною напівхвилі. подвійні тригонометричні ряди для опису збурення та пружної деформації.

**Тема 1.5.** Тепловий факел

Тепловий факел. Імовірнісні характеристики випадкових процесів. Тепловий вплив. Його характеристики. Хвильове рівняння.

**Тема 1.6.** Імовірнісні характеристики зовнішніх збурень Імовірнісні характеристики випадкових процесів.

Тема 1.6. Імовірнісні характеристики зовнішніх збурень

Імовірнісні характеристики випадкових процесів.

Математичне очікування, кореляційні функції зв'язку, автокореляційні функції, дисперсія. центрирування функцій, довірений інтервал.

**Тема 1.7.** Методи боротьби з шумом і вібрацією

Боротьба з шумом і вібрацією.

Огляд сучасних засобів і методів шумо- і віброізоляції. будівельна акустика.

**Тема 1.8.** Розрахункові схеми

Принципи побудови розрахункових схем.

Розрахункові моделі збурень, що надходять крізь опори. Особливості розрахункових схем просторових чинників. плоскі перешкоди.

#### **Розділ 2. Зусилля в опорах обладнання**

**Тема 2.1.** Елементна база

Елементна база обладнання. Типовий ряд технічної реалізації обладнання та комплектуючих. елементна база систем автоматики.

**Тема 2.2.** Типи опор і способ скріплення

Типи опор і способи скріплення. Плоскі (циліндричні), шарові шарніри, ідеальні нитки, ідеальні стержні, жорстке забивання. Узагальнений випадок. складові конструкції.

**Тема 2.3.** Умови рівноваги

Умови рівноваги. Головний вектор і головний момент системи сил. Основна теорема статички. Умови рівноваги просторової системи сил. Умови рівноваги системи сил в окремих випадках. розрахунок плоских ферм

**Тема 2.4.** Обчислення зусиль в опорах

Визначення зусиль в опорах обладнання. Плоска і просторова збіжні та довільні системи сил. система твердих тіл. Метод перерезів.

### **Розділ 3. Вібрація плоских фрагментів**

#### **Тема 3.1.** Вступ. Тонка ізотропна пластина

Тонка ізотропна пластина нескінченної протяжності. Рівняння Ламе. Вимушені згинні коливання пластин. Хвильове спів падання (просторовий резонанс) і його особливості. звукоізоляція пластин.

#### **Тема 3.2.** Пориста пластина

Пориста пластина.

Рівняння пористої пластини. Характеристики пористості, довжина та амплітуда вимушених згинних хвиль.

#### **Тема 3.3.** Плоско-паралельна пластина

Плоско-паралельна пластина. Рівняння пластини. Вплив транслюючих властивостей проміжку між пластинами. умови розгойдування другої пластини.

#### **Тема 3.4.** Обмежена за протяжністю пластина

Пластина скінченних розмірів. Подвійні тригонометричні ряди для з'ясування природи явища. Хвильове співпадання просторово-частотний резонанс, частотний резонанс.

## **4. РЕКОМЕНДОВАНА ТЕМАТИКА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

Мета практичних занять - вміти будувати розрахункові моделі явища, аналітичний опис найбільш часто зустрічаємих зовнішніх збурень, вміння визначати причини виникнення вібрації, статичну та динамічну незбалансованість, зусилля в опорах, умови рівноваги механічних систем, що знаходяться під дією плоских та просторових систем сил, механічний зміст рівноваги. Наробку навиків використання варіаційних методів механіки для складання нелінійних диференціальних рівнянь механічних систем з одною, двома та більше ступенями вільності. ступені вільності систем, обрання узагальнених координат, швидкостей, узагальнених сил. Застосовувати сучасні методи спрощення нелінійних рівнянь до канонічного вигляду. Вміння знаходити аналоги механічних систем для різноманітних фізичних структур.

### **Розділ 1. Зовнішні збурюючі чинники**

#### **Тема 1.1.** Вступ. Зовнішні збурюючі чинники

Аналіз природи і аналітичний опис найбільш часто зустрічаємих зовнішніх збурень. Кінематичні рівняння Ейлера.

#### **Тема 1.2.** Кінематичне збурення

Кінематичне збурення.

Плоский, обертальний, сферичний рухи твердого тіла. Розподіл швидкостей і прискорень. Синтез рухів, пара обертань, кінематичний гвинт

#### **Тема 1.3.** Силовий вплив

Силовий вплив. Причини виникнення вібрації. Статична та динамічна незбалансованість. Принцип побудови розрахункових схем. Віброізоляція.

#### **Тема 1.8.** Розрахункові схеми

Розрахункові схеми дії зовнішніх збурюючі чинників.

Кінематичне збурення за сферичного, плоского рухів, синтезу рухів.

### **Розділ 2. Зусилля в опорах обладнання**

#### **Тема 2.2.** Типи опор і способів скріплення

Типи опор і способів скріплення. Умови рівноваги.

Умови рівноваги механічних систем, що знаходяться під дією плоских та просторових систем сил.

### **Тема 2.3. Умови рівноваги**

Механічний зміст рівноваги, геометричний, аналітична форма. паралельні сили, пари сил.

### **Тема 2.4. Обчислення зусиль в опорах**

Зусилля в опорах. Методи визначення зусиль. Зіставлені конструкції. Зусилля в фермах.

## **Розділ 3. Вібрація плоских фрагментів**

### **Тема 3.1. Вступ. Тонка ізотропна пластина**

Тонка пластина безмежної протяжності. Згинні коливання системи з розподіленими параметрами (дискретно-неперервними), ізоляційні властивості»

### **Тема 3.2. Пориста пластина**

Пориста пластина нескінченної протяжності.

Диференціальне рівняння руху. Динаміка скелету пластини та повітря в опорах.

### **Тема 3.4. Обмежена за протяжністю пластина**

Пластина скінченних розмірів.

Рівняння руху. Просторово-частотний резонанс. Просторовий резонанс, частотний резонанс, неповний просторово-частотний резонанс, принципи побудови рівнянь. Коректуючі функції Кравчука.

## **5. Рекомендований перелік лабораторних робіт (комп'ютерних практикумів)**

Лабораторні роботи (практикуми) не передбачені Навчальним планом

## **6. Рекомендовані індивідуальні завдання**

При виконанні розрахунково-графічної роботи, студент набуває практичного досвіду

– побудови розрахункових моделей з позицій одночасної дії декількох зовнішніх впливів, відтворюючи їх просторову структуру та уявляючи механічні конструкції як системи з розподіленими або дискретно розподіленими параметрами;

– обробки результатів експерименту і обчислення необхідних імовірностних характеристик процесів з наступним використанням для подальшого наукового дослідження.

– відпрацювання засобів і методів математичної обробки реалізацій фізичних процесів різної природи.

– обчислення оцінок імовірностних характеристик на підґрунті методів осереднення за множиною, обґрунтування переходу до осереднення у часі з позицій визначених характеристик незсушеності, обґрунтованості та ефективності.

## **7. Рекомендована література**

1. Мельник В.М., Карачун В.В. Шуми і вібрація. Збурюючі чинники та їх характеристики / Навч. посібник . - К.: Техніка, 2008. - 352 с; іл. - Бібліогр. : с. 350.

2. Бутенин Н.В., Лунц Я.Я., Меркин Д.Р. Курс теоретической механики: В 2 т.-М.: Наука, 1976-1979. -Т.1 -240 с; Т. 2-461 с.

3. Гонткевич В.С. Собственные колебания пластин и оболочек: Справочник/ Под ред. А.П. Филиппова. - К.: Наук, думка, 1964.- 288 с.

4. Дидковский В.С, Карачун В.В., Заборов В.И. Проектирование ограждающих

конструкцій с оптимальними звуко- і вібропоглощаючими свойствами. - К.: Будивельник, 1991. - 120 с.

5. Заборов В.И. Теория звукоизоляции ограждающих конструкций. - М.: Стройиздат, 1962. -116 с.

6. Ишлинский А.Ю. Механика относительного движения и силы инерции. -М.: Наука, 1981.-191с.

7. Карачун В.В., Касьянов В.О. Теоретична механіка в прикладах і задачах: Учебове видання. - К.: КМУЦА, 1999. - 252 с.

8. Павловський М.А. Теоретична механіка: Підручник. - К.: Техніка, 2002.-512 с.

9. Пановко Я.Г. Введение в теорию механических колебаний. - М.: Наука, 1971.-239 с.

10. Ржевкин С.Н. Курс лекций по теории звука. - М.: Изд-во Московского университета, 1960. - 336 с.

11. Свешников А.А. Прикладные методы теории случайных функций. - М.: Наука, 1968.-463 с.

12. Случайные колебания. / Под ред. С. Кренделла. - М.: Мир, 1967. 356 с.

13. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики. - М.: Наука, 1974. - 400с.

14. Тимошенко С.П., Янг Д.Х., Уивер У. Колебания в инженерном деле / Пер. с англ. Под ред. З.И. Григолюка. - М.: Машиностроение, 1985. - 472 с.

15. Черных К.Ф. Линейная теория оболочек.: В 2-х ч. - Л.: Изд-во Ленинградского у-та, 1962 - 1964. - Ч. 4.1 - 273 с; Ч. 4.2 - 334 с.

16. Шендеров Е.Л. Волновые задачи гидроакустики. - Л.: Судостроение, 1972. -352 с.

## **8. Засоби діагностики успішності навчання**

Для успішного засвоєння матеріалу студентам пропонуються тести, питання до диф. заліку. Тести із кредитного модуля включають в себе питання та три варіанти відповідей на питання. Це дасть змогу студентам більш глибоко зосередитися на вивчаємому матеріалі. Зрозуміти деякі нюанси: диференціальних рівнянь механічних систем з одною, двома та більше ступенями вільності; ступеней вільності систем, обрання узагальнених координат, швидкостей, узагальнених сил. Питання до диф. заліку із кредитного модуля зосереджені на питаннях: рівняння руху; просторово-частотний резонанс; вібрація плоских фрагментів; типи опор і спосіб скріплення; умови рівноваги. Питання до диф. заліку охоплюють 30 питань.

## **9. Методичні рекомендації**

Використовується рейтингова оцінка рівня підготовки студентів з дисципліни. Відповідно, для вивчення дисципліни, пропонується своя система набору балів, яка затверджується на засіданні кафедри. У навчальному семестрі студенти повинні виконати модульну контрольну роботу. З кожної теми практичного заняття повинне бути видане домашнє завдання (задача). Також повинна бути захищена розрахунково-графічна робота з курсу.

Студенти заочної форми навчання відвідують установчі сесії, на яких знайомляться із матеріалами лекційних, практичних занять. Отримують методичні вказівки для виконання домашніх задач. Перед початком сесії студент-заочник повинен здати викладачу для перевірки виконані домашні задачі, конспект лекцій. В період сесії захистити виконанні задачі та РГР.