

ЗАТВЕРДЖЕНО  
Наказ Міністерства освіти і науки,  
молоді та спорту України  
29.03.2012 N 384  
Форма N Н-3.03

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ**  
**ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Перший проректор з науково-  
педагогічної роботи по  
організації навчального процесу та  
його науково-методичного  
забезпечення

\_\_\_\_\_ О. Н. Романюк

“\_\_24\_\_” \_\_\_\_\_ 01 \_\_\_\_\_ 2013 року

**Теоретична механіка**  
(назва навчальної дисципліни)

**ПРОГРАМА**  
**нормативної навчальної дисципліни**

підготовки бакалавра  
(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)  
напряму 6.050702 - Електромеханіка  
(шифр і назва напряму)

(Шифр за ОПП – МПН.04)

Вінниця 2013 рік

РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО: кафедрою опору матеріалів та прикладної механіки (ОМПМ)

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Федотов В. О., к.т.н., доцент;

Програму нормативної навчальної дисципліни «Теоретична механіка» затверджено на засіданні кафедри ОМПМ

Протокол від «\_\_» грудня 2012 року № \_\_

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ проф. Огородніков В. А.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено методичною комісією Інституту електроенергетики та електромеханіки (ІнЕЕЕМ)

Протокол від «\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ року № \_\_

Голова методичної комісії ІнЕЕЕМ \_\_\_\_\_ проф. Леонтєв В. О.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено Методичною радою ВНТУ

Протокол від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2013 року № \_\_

Голова \_\_\_\_\_ проф. Романюк О. Н.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## Вступ

Програма вивчення нормативної навчальної дисципліни складена з урахуванням вимог освітньо-професійної програми підготовки *бакалаврів напряму*  
6.050702 - Електромеханіка

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни «Теоретична механіка» є вивчення найбільш спільних властивостей руху і взаємодії будь-яких тіл.

**Міждисциплінарні зв'язки:** вивчення дисципліни «Теоретична механіка» базується на знаннях, отриманих під час опанування дисциплін «Загальна фізика» та «Вища математика». Набуті теоретичні знання та практичні навички з «Теоретичної механіки» необхідні для вивчення дисциплін «Прикладна механіка», «Електричні машини», «Теорія електропривода», «Автоматизація електромеханічних систем», «Моделювання електромеханічних систем», «Електромеханічні системи автоматизації загальнопромислових механізмів» тощо.

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:

1. Динаміка точки;
2. Динаміка системи.

### 1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Дисципліна "Теоретична механіка" є однією з базових дисциплін бакалаврського напряму 6050702 –«Електромеханіка» і присвячена вивченню найбільш загальних законів руху і взаємодії матеріальних тіл (точок), вважаючи головним завданням пізнання кількісних і якісних закономірностей, що спостерігаються у природі.

Методи теоретичної механіки та знання її законів та принципів дозволяє досліджувати найскладніші проблеми техніки і технології, що постійно виникають у зв'язку з розвитком нових видів виробництва і нових технічних засобів, які вже не можна розв'язати на основі одних тільки дослідних даних та потребують моделювання на основі попереднього точного розрахунку і наукового передбачення. Теоретична механіка дає універсальні методи складання, аналізу рівнянь руху і рівноваги складних матеріальних систем, що є основою моделювання.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Теоретична механіка» є:

- на підставі основних законів класичної механіки вивчення загальних теорем та принципів механіки, диференціальних рівнянь руху матеріальних тіл та систем;
- засвоєння та використання математичних методів дослідження матеріальних систем, тіл та точок;
- опанування та набуття самостійних навичок в схематизації механічних явищ і вміння конкретні фізичні задачі представляти в абстрактній математичній формі.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

**знати:**

- основні поняття, допущення, аксіоми механіки;
- способи завдання руху точки та її кінематичні характеристики руху;
- кінематичні характеристики руху тіла та точок тіла;
- закони механіки;

- загальні теореми динаміки матеріальної системи та точки;
- методи, рівняння та принципи механіки;
- електродинамічні аналогії;

**вміти:**

- знаходити кінематичні характеристики руху точки;
- складати диференціальні рівняння руху точки
- знаходити реакцію в'язів під час руху невільної матеріальної точки;
- складати і розв'язувати диференціальні рівняння вільних та вимушених коливань точки без урахування опору;
- знаходити кінематичні характеристики руху тіл та точок тіл;
- знаходити реакції в'язей під час руху невільного тіла;
- знаходити момент сили відносно точки та осі;
- знаходити роботу постійних сил і сил, що залежать від відстані та часу;
- знаходити головний момент кількості руху системи та тіла, кінетичний момент та кінетичну енергію системи та тіла;
- використовувати загальні теореми динаміки, методи, рівняння та принципи механіки для визначення кінематичних характеристик тіл та точок з урахуванням маси і діючих сил.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 252 годин, 7 кредитів ECTS.

## 2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

### Змістовий модуль 1. Динаміка точки

#### Тема 1. Вступ

Механічний рух як одна із форм руху матерії. Предмет теоретичної механіки, зміст розділів механіки. Об'єктивний характер законів механіки. Значення теоретичної механіки як наукової бази науки і сучасної техніки. Значення механіки для відповідного напрямку підготовки студентів. Основні історичні етапи розвитку механіки.

#### Тема 2. Кінематика точки

Предмет кінематики. Задача кінематики. Простір і час в класичній механіці.

Відносність механічного руху. Системи відліку.

Способи задання руху точки: векторний, координатний, натуральний. Швидкість та прискорення точки при різних способах задання руху точки; їх проекції на координатні та натуральні осі координат.

Абсолютний, відносний рух точки. Переносний рух. Задача складного руху точки. Теорема додавання швидкостей та прискорень. Прискорення Копіоліса. Правило Жуковського. Випадок поступального переносного руху.

### **Тема 3. Диференціальні рівняння руху невільної точки**

Предмет динаміки. Основні поняття: маса, матеріальна точка, сила. Закони Галілея–Ньютона. Інерційні системи відліку. Задача динаміки.

В'язі та реакції в'язів. Аксиоми дії та протидії і звільнення від в'язів.

Диференціальні рівняння руху невільної точки в векторній формі та в проекції на осі координат. Методи інтегрувань диференціальних рівнянь руху точок.

### **Тема 4. Прямолінійні коливання матеріальної точки**

Дослідження руху точки під дією відновлюючої сили, сили опору, змущеної сили. Явища биття та резонансу.

## ***Змістовий модуль 2. Динаміка системи***

### **Тема 5. Вступ в динаміку матеріальної системи**

Матеріальна система. Мас системи. Момент сили відносно центра та осі. Теорема про зв'язок між моментом сили відносно центра і осі, що проходить через цей центр. Пара сил. Момент пари, плече пари.

Властивості моменту пар сил. Система сил. Головний вектор та головний момент системи сил. Теорема про зв'язок між головними моментами системи сил відносно різних центрів. Класифікація сил матеріальної системи: зовнішні, внутрішні, активні, реакції в'язей.

### **Тема 6. Умови рівноваги систем сил**

Аксиома рівноваги. Аксиома рівноваги пар сил. Умови рівноваги: довільної просторової системи сил; системи паралельних сил у просторі; плоскої довільної системи сил; системи паралельних сил на площині; збіжної системи сил. Теорема про три сили. Зосереджені сили та розподілені навантаження. Статично визначені та статично невизначені системи. Рівновага при наявності сил тертя. Тертя ковзання при спокої та при відносному русі тіл. Коефіцієнт тертя ковзання. Кут та конус тертя. Область рівноваги. Тертя кочення. Коефіцієнт тертя кочення.

### **Тема 7. Зведення системи сил до центру**

Теорема еквівалентності. Теорема про зведення системи сил до центру. Інваріанти зведення. Випадки зведення системи сил до центру. Теорема Варіньона. Приведення системи паралельних сил до рівнодіючої. Центр паралельних сил. Центр ваги тіла, центр мас, об'єму, площі та лінії.

### **Тема 8. Кінематика твердого тіла**

Поступальний рух тіла. Обертання тіла навколо нерухомої осі: рівняння руху, кутові швидкість та кутові прискорення тіла, швидкість та прискорення точки тіла.

Плокопаралельний рух або плоский рух тіла: рух плоскої фігури в її площині, рівняння руху плоскої фігури, швидкість та прискорення точок плоскої фігури як геометричної суми швидкості полюса та швидкості точки при обертанні фігури навколо осі, що проходить через полюс. Теорема про проекції швидкостей двох точок тіла. Миттєвий центр швидкостей та прискорень.

Сферичний рух: кути Ейлера, рівняння руху, миттєва вільна швидкість, вектор кутової швидкості та кутового прискорення тіла, швидкість та прискорення точки тіла.

Рух вільного руху тіла: рівняння руху, швидкість та прискорення точки тіла.

Складний рух твердого тіла. Складання поступальних рухів, миттєвих обертань навколо паралельних та осей, що перетинаються. Пара обертань. Кінематичний гвинт. Миттєва гвинтова вільна.

## **Тема 9. Елементи геометрії мас**

Моменти інерції системи і тіла відносно площини, осі та полюса. Доцентрові моменти інерції. Центральні та головні осі інерції, Радіус інерції. Теорема Гюйгенса–Штейнера. Ось вільного моменту інерції тіл: стержня, круглої пластини, полого та суцільного циліндра, кулі.

## **Тема 10. Загальні теореми динаміки системи**

Диференціальні рівняння руху системи. Міри руху: кількість руху точки та системи, момент кількості руху точки та кінетичний момент системи відносно точки та осі, кінетична енергія точки та системи (Теорема Кьоніга). Мірсили: момент сили відносно точки та осі, імпульс сили, робота сили, потужність.

Теорема про зміну кількості руху системи та точки в диференціальній та інтегральній (кінцевій) формах. Теорема про рух центра мас. Закон збереження кількості руху системи.

Теорема про зміну кінетичного моменту системи та моменту кількості руху точки відносно центра та осі. Закон збереження кінетичного моменту.

Теорема про зміну кінетичної енергії системи та точки в диференціальній та інтегральній (кінцевій) формах. Кінетична енергія тіла при поступальному, обертальному та плоскому русі тіла. Закон збереження кінетичної енергії при дії на неї потенціальних сил.

Електродинамічні аналогії. Електродинамічні аналогії в системі з одним ступенем вільності. Рівняння Лагранжа-Максвелла. Побудова електричних моделей-аналогів механічних систем. Електромеханічні системи з двома і більше ступенями вільності.

## **Тема 11. Динаміка твердого тіла**

Диференціальне рівняння руху тіла навколо нерухомої осі. Фізичний маятник. Визначення динамічних реакцій опор при обертанні тіла навколо нерухомої осі. Поняття про статичне та динамічне балансування роторів.

Елементарна теорія гіроскопа. Кінематичний момент гіроскопа. Теорема Резаля. Основна властивість гіроскопа. Закон прецесії осі гіроскопа. Гіроскопічний момент. Визначення гіроскопічних реакцій. Приклад використання гіроскопа в техніці.

## **Тема 12. Принцип Д'Аламбера (Метод кінестатики)**

Принцип Д'Аламбера для матеріальної точки та системи. Головний вектор та головний момент сил інерції. Приведення сил інерції твердого тіла до центру. Визначення динамічних реакцій тіла, що обертається навколо нерухомої осі.

### **Тема 13. Елементи аналітичної механіки. Аналітична статика**

В'язі, класифікація в'язей. Можливі абсолютні переміщення точок системи. Число степенів вільності системи. Ідеальні в'язі.

Принцип Лагранжа. Узагальнені координати та сили. Умови рівноваги системи в узагальнених координатах.

### **Тема 14. Елементи аналітичної механіки. Аналітична динаміка**

Принцип Д'Аламбера–Лагранжа (загальне рівняння динаміки).

Рівняння Лагранжа другого роду. Рівняння Лагранжа другого роду для консервативних систем.

### **Тема 15. Малі коливання матеріальної системи**

Поняття про стійкість руху. Кінетична енергія через узагальнені швидкості та координати. Потенціальна енергія через узагальнені швидкості та координати. Стійкість положення рівноваги. Теорема Лагранжа – Дирихле. Критерій Сільвестра. Малі коливання системи біля положення стійкої рівноваги: вільні, згасаючі та змушені.

Малі коливання системи з двома степенями вільності: вільні, згасаючі та змушені. Поняття про віброзахист. Динамічний гаситель коливань.

## **3. Рекомендована література**

### **Базова**

1. Павловський М. А. Теоретична механіка: [підручник]/ М. А. Павловський. – К.: Техніка, 2002. – 512 с. – ISBN 966-575-184-0.
2. Векерик В. І. Тестові завдання та короткі задачі з теоретичної механіки. Динаміка : Навч. посібник/ В. І. Векерик, І. В. Кузьо, Л. М. Рижков та інші. Івано-Франківськ: Факел. – 2008. – 438 с. – ISBN 966-694-045-0.
3. Видмиш А. А. Збірник завдань для самостійної роботи з теоретичної механіки. Статика. Кінематика: збірник завдань / А. А. Видмиш, В. О. Приятельчук, В. О. Федотов – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 128 с.
4. Видмиш А. А. Теоретична механіка. Динаміка. . Розрахунково-графічні та контрольні завдання : [навч. посіб.] / А. А. Видмиш, В. О. Приятельчук, В. О. Федотов – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 143 с.
5. Теоретична механіка: Збірник задач / О. С. Апостолук, В. М. Воробйов, Д. І. Ільчишина та ін.; За ред. М. А. Павловського. . – К.: Техніка, 2007. – 400 с. – ISBN 966-575-059-3.
6. Федотов В. О. Кінематика. Конспект лекцій з курсу теоретичної механіки / В. О. Федотов, В. І. Степанчук. – Вінниця : ВПІ, 1993. – 95с.
7. Федотов В. О. Конспект лекцій з курсу теоретичної механіки. Статика / В. О. Федотов, В. І. Степанчук. – Вінниця : ВПІ, 1991. – 64с.



### Допоміжна

8. Бать М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах. т.1. Статика и кинематика / М. И. Бать. – [8-е изд. перер.]. – М.: Наука, 1984. – 504с.
9. Бать М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах. т.2. Динамика / М. И. Бать. – [7-е изд. перер.]. – М.: Наука, 1985. – 560с.
10. Ільчишина Д. І. Теоретична механіка : [навч. посіб.] / Д. І. Ільчишина, Л. М. Шальда. – К.: УМК ВО, 1991 – 252с.
11. Кеппе О. Э. Сборник коротких задач по теоретической механике: [учеб. пособие для вузов] / О. Э. Кеппе, Я. А. Виба, О. П. Грапис и др.; Под ред. О. Э. Кеппе. – М.: ВШ. 1989. – 368 с.
12. Приятельчук В. О. Теоретична механіка. Динаміка матеріальної системи. Розрахунково-графічні та контрольні завдання : [навч. пос.] / В. О. Приятельчук, В. І. Риндюк, В. О. Федотов – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 85 с.
13. Приятельчук В. О. Теоретична механіка. Кінематика. Розрахунково-графічні та контрольні завдання : [навч. пос.] / В. О. Приятельчук, В. І. Риндюк, В. О. Федотов – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 105 с.
14. Приятельчук В. О. Теоретична механіка. Статика. Розрахунково-графічні та контрольні завдання : [навч. пос.] / В. О. Приятельчук, В. І. Риндюк, В. І. Федотов – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 108 с.
15. Приятельчук В. О. Теоретична механіка. Динаміка точки. Розрахунково-графічні та контрольні завдання : збірник завдань / В. О. Приятельчук, В. І. Риндюк, В. О. Федотов – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 100 с.
16. Токар А. М. Теоретична механіка. Динаміка: Методи й задачі: [навч. посіб.] – К.: Либідь, 2006. – 440 с. – ISBN 966-06-0404-1.
17. Яблонский А. А. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике : [учеб. пос. для техн. вузов] / А. А. Яблонский ; под ред. Яблонского А. А. – [4-е изд. перер. и доп.]. М.: 1985. – 367с.

#### 4. **Форми підсумкового контролю**

Другий (2) триместр – диференційований залік.

Четвертий (4) триместр – іспит.

#### 5. **Засоби діагностики успішності навчання**

Поточний контроль, який здійснюється у формі фронтального, індивідуального чи комбінованого контролю знань студентів під час практичних занять, тестування, виконання та захисту розрахунково-графічних робіт (РГР), аудиторних контрольних робіт, колоквиумів, контрольної роботи (для студентів заочної форми навчання), диференційованого заліку, іспиту.