

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 6.060101 - Будівництво  
(шифр і назва напрямку)

(Шифр за ОПП – ПН.02)

Вінниця 2013 рік

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

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Федотов В. О., к.т.н., доцент;

Програму нормативно-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 будівництва, теплоенергетики та газопостачання (ІнБТЕГП)

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

Голова методичної комісії ІнБТЕГП \_\_\_\_\_ проф. Ратушняк Г. С.  
(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*

6.060101 - Будівництво

**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 «Будівельна механіка», «Металеві конструкції», «Будівельні конструкції», «Конструкції з дерева та пластмас», «Реконструкція та підсилення будівель та споруд», «Основи і фундаменти будівель та споруд», «Технічна механіка рідин та газів», «Гідрогазодинаміка» тощо.

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:

1.Зведення системи сил до рівнодіючої сили. Умови рівноваги для збіжної системи сил. Теорема про три непаралельні сили. Момент сили відносно точки. Пара сил і момент пари сил. Основна теорема статички. Умови рівноваги тіла для довільної системи сил. Зведення до найпростішого вигляду плоскої системи сил. Момент сили відносно осі. Зведення до найпростішого вигляду просторової системи сил. Умови рівноваги тіла для просторової системи сил. Теорема Варіньона для просторової системи сил;

2. Кінематика

точки. Кінематика обертального руху тіла. Кінематика плоскопаралельного руху тіла. Кінематика сферичного руху тіла. Кінематика вільного руху тіла;

3. Динаміка точки. Динаміка поступального руху твердого тіла. Теорема про рух центра мас матеріальної системи. Теорема про зміну кількості руху точки і системи. Теорема про зміну кінетичної енергії точки і системи. Динаміка обертального руху твердого тіла, динаміка плоскопаралельного руху тіла;

4. Принципи можливих переміщень. Загальне рівняння динаміки. Рівняння Лагранжа II роду. Малі коливання системи.

### 1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Дисципліна "Теоретична механіка" є однією з базових дисциплін бакалаврського напряму 6.060101 – «Будівництво» 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 умов рівноваги систем сил та тіл, загальних теорем та принципів механіки, диференціальних рівнянь руху матеріальних тіл та матеріальних 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;
- рівняння рівноваги довільної системи сил;
- метод зведення довільної системи сил до центру;
- 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;

**вміти:**

- знаходити момент сили відносно точки та осі;
- знаходити реакції в'язей;
- зводити довільні системи сил до найпростішого вигляду;
- знаходити кінематичні характеристики руху точки;
- знаходити кінематичні характеристики руху тіл та точок тіл;
- знаходити реакцію в'язів під час руху невільної матеріальної точки;
- знаходити кінематичні характеристики руху тіл та точок тіл;
- складати диференціальні рівняння руху точки;
- складати і розв'язувати диференціальні рівняння коливань точки;
- знаходити реакції в'язей під час руху невільного тіла;
- 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 динамічних та кінематичних характеристик тіл та точок з урахуванням маси і діючих сил.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 216 годин, 6 кредитів ECTS.

## 2 Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

**Змістовий модуль 1. Зведення системи сил до рівнодіючої сили. Умови рівноваги для збіжної системи сил. Теорема про три непаралельні сили. Момент сили відносно точки. Пара сил і момент пари сил. Основна теорема статичної рівноваги тіла для довільної системи сил. Зведення до найпростішого вигляду плоскої системи сил. Момент сили відносно осі. Зведення до найпростішого вигляду просторової системи сил. Умови рівноваги тіла для просторової системи сил. Теорема Варіньона для просторової системи сил.**

### **Тема 1. Вступ до курсу**

Предмет і метод теоретичної механіки. Роль механіки в природознавстві і її значення для спеціалістів даного профілю.  
Короткі історичні відомості про розвиток теоретичної механіки.  
Основні поняття теоретичної механіки.

### **Тема 2. Основні поняття і визначення статичної рівноваги.**

Сила. Аксиоми статичної рівноваги та їх призначення. Наслідки аксіом. Зведення системи сил до рівнодіючої. В'язі, реакції в'язей. Тертя і його види: тертя ковзання, тертя кочення. Основні закони тертя. Коефіцієнт тертя. Кут тертя. Рівновага із врахуванням сил тертя. Задача Ейлера про рівновагу гнучкої нитки на циліндрі при наявності тертя.

### **Тема 3. Найпростіші теореми та основна теорема статичної рівноваги**

Теорема про силу як ковзний вектор. Теорема про три сили. Момент сили відносно точки та осі. Теорема про зв'язок між моментом сили відносно осі і моментом сили відносно точки, що лежить на цій осі. Пара сил і момент пари сил. Теорема еквівалентності.

### **Тема 4. Довільна просторова система сил і умови її рівноваги**

Головний вектор і головний момент системи сил. Аксиома про необхідність і достатність умов рівноваги довільної системи сил.  
Умови рівноваги плоскої довільної системи сил. Умови рівноваги для збіжної системи сил: система збіжних сил; приведення до рівнодіючої; визначення рівнодіючої системи збіжних сил (графічним та аналітичним способами); умови рівноваги в векторній, координатній та геометричній формах. Умови рівноваги плоскої довільної системи сил. Рівняння рівноваги різних систем сил в декартових координатах: довільна просторова система сил; довільна плоска система сил; просторова збіжна система сил; плоска збіжна система сил; просторова паралельна система сил; плоска паралельна система сил. Рівновага збірних конструкцій.

### **Тема 5 Ферми. Способи визначення зусиль в стержнях ферм**

Статично визначені ферми. Визначення зусиль в стержнях ферми способом вирізання вузлів, способом Ріттера. Графічний спосіб визначення зусиль в стержнях ферми – діаграма Максвелла – Кремони.

### **Тема 6. Зведення до найпростішого вигляду системи сил**

Теорема Варіньона для просторової системи сил. Зведення сили і системи сил до заданого центру методом Пуансо. Інваріантні зведення. Різні випадки зведення системи сил до центру. Теорема Варіньона для просторової системи сил. Теорема про зведення системи сил до найпростішого виду – динама. Рівняння центральної осі.

### **Тема 7. Центр мас та ваги**

Центр паралельних сил. Центр ваги твердого тіла. Координати центра ваги тіла. Визначення центра ваги методом розбиття тіла на частини та методом від'ємних мас. Центр ваги площі. Експериментальний метод визначення центра ваги.

**Змістовний модуль 2. Кінематика точки. Кінематика обертальногорухутіла. Кінематика плоскопаралельногорухутіла. Кінематика сферичного рухутіла. Кінематика вільногорухутіла;**

### **Тема 8. Вступ до кінематики**

Основні поняття в кінематиці. Простір і час в класичній механіці. Кінематика точки. Три способи задання руху точки: векторний, координатний, натуральний.

### **Тема 9. Кінематика точки**

Швидкість точки як похідна по часу радіуса – вектора. Швидкість точки при заданні руху координатним і натуральним способами. Прискорення точки при заданні руху векторним і координатним способами. Радіус кривизни траєкторії. Прискорення точки при заданні руху натуральним способом. Дотичне і нормальне прискорення точки. Напрямок швидкості і прискорення точки по відношенню до траєкторії. Класифікація рухів точки по її прискоренням. Кінематичне дослідження руху точки.

### **Тема 10. Найпростіші види руху твердого тіла**

Перший найпростіший вид руху твердого тіла – поступальний. Другий найпростіший вид руху – обертальний. Кут повороту, рівняння руху, кутова швидкість і кутове прискорення. Знаходження векторів кутової швидкості і кутового прискорення. Векторні вирази для швидкості і прискорення точок тіла через вектора кутової швидкості і кутового прискорення. Механізми перетворення найпростіших рухів твердого тіла.

### **Тема 11. Плоскопаралельний рух твердого тіла**

Властивості плоскопаралельного руху, приведення до руху плоскої фігури в її площині. Розділення руху плоскої фігури на поступальний рух разом із полюсом і обертання навколо полюса. Вектори кутової швидкості і кутового прискорення. Кут повороту і рівняння руху плоскої фігури. Теорема Ейлера про швидкості двох точок плоскої фігури і її наслідки. Миттєвий центр швидкостей, теорема про його існування, способи знаходження. Використання миттєвого центра швидкостей для знаходження швидкостей точок і кутових швидкостей ланок багатоланкових механізмів. Поняття про план швидкостей. Теорема про прискорення точок плоскої фігури, її наслідки. Теорема про миттєвий центр прискорень плоскої фігури. Дослідження багатоланкових механізмів.

### **Тема 12. Складний рух точки**

Рухомі і нерухомі системи відліку. Абсолютний, відносний та переносний рух. Теорема про додавання швидкостей. Теорема про додавання прискорень. Каріолісове прискорення. Правило Жуковського для знаходження напрямку прискорення Каріоліса.

### **Тема 13. Вільний твердого тіла. Обертання тіла відносно нерухомої точки**

Сферичний рух твердого тіла. Кути Ейлера, рівняння руху. Теорема Ейлера – Даламбера про переміщення твердого тіла, що має одну нерухому точку. Знаходження швидкостей і прискорень точок тіла, що виконує сферичний рух. Визначення положення тіла у просторі. Розподіл швидкостей точок твердого тіла при вільному русі. Прискорення точок вільного тіла.

**Змістовний модуль 3. Динаміка точки. Динаміка поступального руху твердого тіла. Теорема про рух центра мас матеріальної системи. Теорема про зміну кількості руху точки і системи. Теорема про зміну кінетичної енергії точки і системи. Динаміка обертального руху твердого тіла, динаміка плоскопаралельного руху тіла.**

### **Тема 14. Динаміка та її основні задачі. Динаміка точки.**

Основні поняття і визначення динаміці. Закони Ньютона. Диференціальні рівняння руху вільної матеріальної точки. Дві основні задачі динаміки. Диференціальні рівняння руху невільної матеріальної точки. Алгоритм розв'язання першої та другої задач динаміки.

**Тема 15. Коливний рух матеріальної точки.** Вільний коливний рух матеріальної точки. Характеристика сил, що діють на точку при вільному коливному русі. Диференціальне рівняння, що описує вільні гармонічні коливання та його розв'язок. Початкові умови та знаходження постійних інтегрування при вільних коливаннях. Математичний маятник та його використання для вимірювання часу. Асинхронність математичного маятника. Циклоїдальний маятник.

Затухаючі коливання та їх основні характеристики. Аперіодичний рух. Аналітичні умови виконання аперіодичних рухів.

Змушені коливання. Характеристика структури диференціальних рівнянь, випадки, що потребують чисельних розв'язків. Резонанс.

### **Тема 16. Динаміка механічної системи**

Динаміка механічної системи. Основні характеристики механічної системи: маса, центр мас, сили. Момент інерції. Радіус інерції. Осьові, полярні та доцентрові моменти інерції. Моменти інерції відносно паралельних осей. Визначення моментів інерції відносно довільних осей. Тензор інерції.

### **Тема 17. Загальні теореми динаміки**

Кількість руху точки та системи. Елементарний імпульс та імпульс сили за деякий проміжок часу. Теорема про зміну головного вектора кількості руху системи. Наслідки. Теорема про зміну кількості руху точки в диференціальній та кінцевій формах. Теорема про рух центра мас. Теорема про зміну моменту кількості руху точки. Теорема про зміну кінетичного моменту системи. Теорема про зміну кінетичної енергії матеріальної системи та точки.

### **Тема 18. Динаміка твердого тіла**



Основні задачі динаміки тіла. Динаміка обертального руху твердого тіла, динаміка плоскопаралельного руху тіла.

**Змістовний модуль 4. Принципи можливих переміщень. Загальне рівняння динаміки. Рівняння Лагранжа II роду. Малі коливання системи.**

#### **Тема 19. Метод кінетостатики**

Поняття про сили інерції. Принцип Д'Аламбера для матеріальної точки. Принцип Д'Аламбера для систем матеріальних точок. Головний вектор та головний момент сил інерції. Зв'язок між основними теоремами динаміки та силами інерції.

#### **Тема 20. Принцип можливих переміщень**

Класифікація в'язей. Дійсні і можливі переміщення. Число ступенів вільності системи. Ідеальні в'язі. Принцип можливих переміщень. Узагальнені координати та узагальнені сили, способи їх визначення.

#### **Тема 21. Загальне рівняння динаміки**

Загальне рівняння динаміки. Використання загального рівняння динаміки для дослідження руху системи. Методика розв'язку задач за допомогою загального рівняння динаміки.

#### **Тема 22. Рівняння Лагранжа другого роду**

Узагальнені координати. Узагальнені сили. Рівняння Лагранжа другого роду.

#### **Тема 23. Малі коливання системи біля положення стійкої рівноваги**

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, затухаючі та змушені.

### **3 Література**

#### **Базова**

1. Павловський М. А. Теоретична механіка: [підручник] / М. А. Павловський. – К.: Техніка, 2002. – 512 с. – ISBN 966-575-184-0.
2. Приятельчук В. О. Теоретична механіка. Динаміка матеріальної системи. Розрахунково-графічні та контрольні завдання : [навч. пос.] / Приятельчук В. О., Риндюк В. О., Федотов В. О. – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 85 с.
3. Приятельчук В. О. Теоретична механіка. Кінематика. Розрахунково-графічні та контрольні завдання : [навч. пос.] / Приятельчук В. О., Риндюк В. О., Федотов В. О. – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 105 с.

4. Приятельчук В. О. Теоретична механіка. Статика. Розрахунково-графічні та контрольні завдання : [навч. пос.] / Приятельчук В. О., Риндюк В. О., Федотов В. О. – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 108 с.
5. Приятельчук В. О. Теоретична механіка. Аналітична механіка. Розрахунково-графічні та контрольні завдання : [навч. пос.] / Приятельчук В. О., Риндюк В. О., Федотов В. О. – Вінниця: ВНТУ, 2011. – 71 с.
6. Теоретична механіка: Збірник задач / О. С. Апостолюк, В. М. Воробйов, Д. І. Ільчишина та ін.; За ред. М. А. Павловського. – К.: Техніка, 2007. – 400 с. – ISBN 966-575-059-3.
7. Федотов В. О. Аналітична динаміка. Розрахунково-графічні та контрольні завдання : [навч. пос.] / Федотов В. О., Панкевич О.Д. – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 125 с
8. Федотов В. О. Лабораторний практикум з теоретичної механіки. : [навч.пос.] /В. О. Федотов, Р. І. Сивак, Приятельчук В. О., Риндюк В. О., Федотов В. О. – Вінниця: ВНАУ, 2010. – 88 с.
9. Федотов В. О. Конспект лекцій з курсу теоретичної механіки. Статика / В. О. Федотов, В. І. Степанчук. – Вінниця : ВПІ, 1991. – 64с.
10. Федотов В. О. Кінематика. Конспект лекцій з курсу теоретичної механіки / В. О. Федотов, В. І. Степанчук. – Вінниця : ВПІ, 1993. – 95с.

#### **Допоміжна**

11. 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.
12. Бать М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах. т.2. Динамика / М. И. Бать. – [7-е изд. перер.]. – М.: Наука, 1985. – 560с.
13. Ільчишина Д. І. Теоретична механіка : [навч. посіб.] / Д. І. Ільчишина, Л. М. Шальда. – К.: УМК ВО, 1991 – 252с.
14. Павловський М. А. Аналітична механіка : [навч. посіб.] / М. А. Павловський, В. І. Заплатний. – К.: УМК ВО, 1990 – 144с.
15. Чернілевський Д. В. Технічна механіка. Кн.1. Теоретична механіка: [підручник] / Д.В. Чернілевський. – К.: НМК ВО, 1992.-384с
16. 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.: ВШ, 1985. – 367с.

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

Четвертий (4) триместр – іспит.

П'ятий (5) триместр – іспит.

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

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

