

Теоретична механіка

(назва навчальної дисципліни)

**ПРОГРАМА**

**нормативної навчальної дисципліни**

**підготовки** бакалавра

(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

**напряму** 6.040201 «математика»

(шифр і назва напряму)

**спеціальності** \_\_\_\_\_

(шифр і назва спеціальності)

**(Шифр за ОПІ \_\_\_\_\_)**

РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО: ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ В.Н. КАРАЗІНА  
(повне найменування вищого навчального закладу)

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Терехов Леонід Павлович, к. ф. -м. н., доцент кафедри теоретичної та прикладної механіки

Тимчасова програма, затверджена Вченою радою механіко-математичного факультету, дійсна до введення нормативної програми

---

Протокол № 5 від “20” квітня 2012 року.

“ 20 ” квітня 2012 р. Голова Вченої ради \_\_\_\_\_ ( Жолткевич Г.М. )  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## ВСТУП

Програма вивчення нормативної навчальної дисципліни “**теоретична механіка**” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки **бакалаврів** напрямку підготовки **6,040201-«математика»**.

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є характеристики руху матеріальної точки, системи матеріальних точок, абсолютно твердого тіла, а також фактори, що впливають на зміну кінематичних параметрів руху.

**Міждисциплінарні зв'язки:** математичний аналіз, геометрія, вища алгебра, диференціальні рівняння.

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:

**Модуль 1. Кінематика.**

**Модуль 2. Динаміка матеріальної точки.**

**Модуль 3. Динаміка системи матеріальних точок.**

**Модуль 4. Основи аналітичної механіки.**

**Модуль 5. Спеціальні проблеми теоретичної механіки.**

### 1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Мета курсу полягає у наданні майбутнім спеціалістам знань з теоретичної механіки та використанні її методів при розв'язанні проблем прикладної математики.

1.2. Основними завданнями при викладанні навчальної дисципліни “**теоретична механіка**” є засвоєння студентами-математиками теоретичних відомостей, що стосуються характеристик механічного руху та набуття практичних навичок при застосуванні математичних методів розв'язання відповідних задач механіки.

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

#### **знати :**

- основні положення кінематики точки та абсолютно твердого тіла;
- закони класичної механіки та їх застосування в динаміці систем точок;
- основи аналітичної механіки;
- математичні методи розв'язання основних задач динаміки.

#### **вміти :**

- коректно формулювати математичну постановку основних задач динаміки точки та систем точок;
- вибрати найдоцільніші методи розв'язання відповідних задач;
- використовувати закони механіки в процесі розв'язування різноманітних фізичних проблем.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться **70 годин лекцій та 70 годин практичних занять/ 4 кредити ECTS**.

## 2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

### Змістовий модуль 1. Кінематика.

Кінематика точки.

Закон руху точки і способи його задавання.

Траєкторія, швидкість і прискорення точки.

Проекції швидкості і прискорення на осі декартової системи координат та осі натурального тригранника. Дотичне та нормальне прискорення.

Обчислення швидкості і прискорення точки в довільній криволінійній системі координат. Випадок ортогональної системи.

Кінематика твердого тіла.

Абсолютно тверде тіло. Кути Ейлера. Закон руху тіла. Класифікація рухів.

Поле швидкостей твердого тіла. Кутова швидкість. теорема Ейлера про рівність проекцій швидкостей точок тіла.

Плоско-паралельний рух тіла. Миттєвий центр швидкостей. Поле прискорень твердого тіла. Кутове прискорення. Обертальне та доосьове прискорення точок тіла. Залежність кутової швидкості та кутового прискорення від кутів Ейлера.

Кінематичні формули Ейлера.

Кінематика складного руху.

Абсолютна та відносна похідні векторної функції. Зв'язок між ними. Формула Мещерського. Складний рух точки. Абсолютні, відносні та переносні характеристики руху. Теорема про додавання швидкостей. Теорема Коріоліса про додавання прискорень. Прискорення Коріоліса. Складний рух твердого тіла. Додавання кутових швидкостей та прискорень.

### Змістовий модуль 2. Динаміка матеріальної точки.

Основні задачі динаміки.

Сила, маса, інерція. Інерціальна система відліку. Закони Ньютона. Принцип незалежності дії сил. Пряма та обернена задачі динаміки. Диференціальні рівняння руху вільної точки. Прямолінійний рух матеріальної точки. Задача про падіння важкої точки в середовищі з опором. Плоский та просторовий рух матеріальної точки. Рух зарядженої частинки в однорідному магнітному полі. Рівняння руху невіЛЬНОї точки. Принцип звільнення від в'язей. Закони Кулона.

Загальні теореми динаміки точки.

Кількість руху ( імпульс ) точки. Теорема про зміну кількості руху. Моменти вектора відносно точки та осі. Способи обчислення відповідних моментів. Теорема про зміну моменту кількості руху точки. Секторна швидкість. Теорема про зміну кінетичної енергії точки. Потенціальне силове поле. Закон збереження повної механічної енергії. Динаміка точки в неінерціальних системах відліку. Сили інерції. Принцип відносності класичної механіки. Вага точки. Вільне падіння точки з урахуванням обертання Землі. Маятник Фуко.

### Змістовий модуль 3. Динаміка системи матеріальних точок.

Загальні теореми динаміки системи.

Постановка основної задачі динаміки системи. Зовнішні та внутрішні сили. Центр мас (центр інерції) системи точок. Теореми про зміну кількості руху та про рух центру мас. Перші інтеграли. Момент інерції системи точок відносно осі. Теорема Штейнера. Теорема про зміну кінетичного моменту системи. Перші інтеграли. Момент імпульсу твердого тіла, що обертається навколо нерухомої осі. Диференціальне рівняння обертання тіла навколо нерухомої осі. Кінетична енергія системи. Теорема Кьоніга. Кінетична енергія твердого тіла. Теорема про зміну кінетичної енергії системи точок. Закон збереження повної механічної енергії системи. Динаміка системи точок в координатній системі Кьоніга. Математичний маятник. Фізичний маятник.

#### **Змістовий модуль 4. Основи аналітичної механіки.**

Універсальні методи розв'язання задач динаміки системи точок.

Вільні та невільні системи. Класифікація в'язей. Дійсні, можливі та віртуальні переміщення. Ідеальні в'язі. Узагальнені координати. Загальне рівняння динаміки. Рівняння Лагранжа другого роду. Узагальнені сили. Функція Лагранжа. Кінетична енергія системи в узагальнених координатах. Теорема про зміну повної механічної енергії. Узагальнений інтеграл енергії. Дисипативні сили та функція Релея. Віртуальна робота сил, що діють на вільне тверде тіло. Перші інтеграли рівнянь Лагранжа. Циклічні координати. Рівняння Рауса. Канонічні змінні та рівняння Гамільтона. Функція Гамільтона. Інтеграли рівнянь Гамільтона. Дужки Пуассона. Теорема Пуассона. Канонічні перетворення. Рівняння Гамільтона–Якобі. Геометричні та кінематичні інтеграли. Варіаційний принцип Гамільтона–Остроградського.

Малі коливання системи точок.

Положення рівноваги. Принцип віртуальних переміщень. Загальне рівняння статички. Умови рівноваги твердого тіла. Стійкість та нестійкість положень рівноваги. Теореми Ляпунова. Теорема Лагранжа-Дирихле. Диференціальні рівняння руху консервативної системи в околі стійкого положення рівноваги. Коливання системи з одним ступенем вільності без урахування та з урахуванням сил опору. Нормальні координати. Головні коливання. Загальний розв'язок рівнянь малих коливань. Вимушені коливання. Резонанс.

#### **Змістовий модуль 5. Спеціальні проблеми теоретичної механіки.**

Вибрані задачі динаміки точки та динаміки системи точок.

Рух матеріальної точки в полі центральної сили. Секторна швидкість точки. Формули Біне. Закони Кеплера. Закон всесвітнього тяжіння. Рух штучних супутників Землі. Елементи теорії удару. Динаміка твердого тіла. Геометрія мас твердого тіла. Тензор інерції тіла. Імпульс, момент імпульсу та кінетична енергія твердого тіла. Диференціальні рівняння руху твердого тіла. Динамічні рівняння Ейлера. Задача про рух твердого тіла з нерухомою точкою. Випадок Ейлера. Кінематична інтерпретація Пуансо. Регулярна прецесія у випадку Ейлера. Стійкість постійних обертань

### **3. Рекомендована література**

1. Маркеев А.П. “Теоретическая механика”. - М.: Наука.-1990.
2. Бухгольц Н.Н. “Основной курс теоретической механики”. - Т.1. М.: Наука.-1972.
3. Бухгольц Н.Н. “Основной курс теоретической механики”.- Т.2. М.: Наука.-1972.
4. Вильке В.Г. “Теоретическая механика”. - М.: Изд-во МГУ.-1998.
5. Мещерский И.В. “Сборник задач по теоретической механике”. - М.: Наука.-1981.
6. Кильчевский Н.А. “Курс теоретической механики”. - Т.1. М.: Наука.-1972.
7. Кильчевский Н.А. “Курс теоретической механики”. - Т.2. М.: Наука.-1972.
8. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. “Теоретическая физика”. - Т.1. Механика. М.: Наука.-1965.
9. Павловський М.А. “Теоретична механіка” - К. Техніка. 2002.

### **4. Форма підсумкового контролю успішності навчання - залік, іспит**

5. **Засоби діагностики успішності навчання** - поточне опитування, модульні контрольні роботи, індивідуальні завдання.