

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра теоретичної фізики



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан фізичного факультету  
проф. В.Ю. Лазур

« 30 » 06 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
«ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА»

Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	6.104 Фізика та астрономія
Освітня програма	«Фізика та астрономія»
Статус дисципліни	обов'язкова
Мова навчання	українська

Ужгород 2022

Робоча програма навчальної дисципліни «Теоретична механіка» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти галузі знань 10 Природничі науки, спеціальності 6.104 Фізика та астрономія освітньої програми «Фізика та астрономія».

Розробники:

Карбованець М.І., завідувач кафедри теоретичної фізики, к.ф.-м.н., доцент;

Євич М.Я., старший викладач кафедри теоретичної фізики.


Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри теоретичної фізики

протокол № 11 від «23» 06 2022 р.

Завідувач кафедри  Карбованець М.І.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

протокол № 10 від «30» 06 2022 р.

Голова науково-методичної комісії  Карбованець М.І.

© Карбованець М.І., Євич М.Я., 2022 р.

© ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2022р.

## Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 8	Рік підготовки: 2-й та 3-й	
Загальна кількість годин – 240	240	-
Кількість модулів – 4 Тижневих годин – 3,5  аудиторних – 120  самостійної роботи студента – 120	Семестр:	
	4-й – 5-й	-
	Лекції:	
	66	-
	Практичні (семінарські):	
	54	-
Вид підсумкового контролю: екзамен	Лабораторні:	
	-	-
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:	
	120	-

# 1. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Курс «Теоретична механіка» є основою для навчання фундаментальних теоретичних розділів фізики та необхідним для професійної підготовки студентів-фізиків.

Метою даного курсу є формування у майбутніх фізиків цілісного бачення макросвіту, сприяння виробленню наукового підходу до аналізу проблем оточуючого світу, розвиток логічного та діалектичного мислення під час тлумачення явищ та процесів природи, а також формування розуміння, що увесь курс фізики об'єднується загальними принципами і положеннями, які по-різному проявляються в різних теоріях: принципи причинності, відносності, симетрії, закони збереження тощо. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати: основні методи класичної механіки, методи аналітичної механіки (метод Лагранжа, метод канонічних рівнянь Гамільтона, варіаційні методи механіки), способи знаходження інтегралів руху для цих методів, основні теоретичні положення класичної механіки, певні уявлення про можливі застосування методів класичної механіки та їх використання, основні методи розв'язування задач теоретичної фізики.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

K03. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

K16. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.

K17. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.

K20. Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних та астрономічних задач і моделювання фізичних систем.

K21. Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси.

K24. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.

K25. Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей.

## 2. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «Теоретична механіка» є опанування таких навчальних дисциплін:

- ОК 5. Механіка з елементами теорії відносності;
- ОК 7. Електрика і магнетизм;
- ОК 12. Математичний аналіз;
- ОК 13. Аналітична геометрія і вища алгебра;
- ОК 14. Диференціальні і інтегральні рівняння.

## 4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Фізика та астрономія», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та/або астрономії.	ПР01
Вміти застосовувати базові математичні знання, які використовуються у фізиці та астрономії: з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії груп, методів математичної фізики, теорії функцій комплексної змінної, математичного моделювання.	ПР04
Розуміти історію та закономірності розвитку фізики та астрономії.	ПР23

<b>Очікувані результати навчання з дисципліни</b>	<b>Шифр ПРН</b>
Здобувач має знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та/або астрономії.	ПР01
Здобувач має вміти застосовувати базові математичні знання, які використовуються у фізиці та астрономії: з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії груп, методів математичної фізики, теорії функцій комплексної змінної, математичного моделювання.	ПР04
Здобувач має розуміти історію та закономірності розвитку фізики та астрономії.	ПР23

## **5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ**

### **Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання**

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- поточний контроль успішності,
- модульний контроль,
- підсумковий контроль.

### **Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання**

Форми поточного контролю:

- вибіркове усне опитування перед початком занять;
- фронтальне стандартизоване усне та/або письмове опитування за основними питаннями теми заняття;
- експрес-опитування;
- тестування;
- реферативні повідомлення та їх обговорення;

- перевірка якості виконання завдань для самостійної роботи, зокрема за конспектами матеріалів;
- оцінювання якості та повноти виконання завдань модульної контрольної роботи.

Форма модульного контролю: виконання модульної контрольної роботи, результати якої оцінюються за 100-бальною шкалою за кожний модуль.

Форма підсумкового семестрового контролю: екзамен. До екзамену допускаються студенти, які відпрацювали пропущені заняття і виконали модульні контрольні роботи.

#### **Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)**

Поточне оцінювання та самостійна робота					Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5		
10	10	10	10	10	50	100

#### **Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)**

Поточне оцінювання та самостійна робота						Модульна контрольна робота	Сума
T6	T7	T8	T9	T10	T11		
9	9	9	8	8	7	50	100

#### **Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 3)**

Поточне оцінювання та самостійна робота					Модульна контрольна робота	Сума
T12	T13	T14	T15	T16		
10	10	10	10	10	50	100

#### **Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 4)**

Поточне оцінювання та самостійна робота				Модульна контрольна робота	Сума
T17	T18	T19	T20		
12	12	14	12	50	100

#### **Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни**

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3		Модуль 4	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Письмове тестування при тематичному оцінюванні	2	50	2	50	2	50	2	50
Модульна контрольна робота	1	50	1	50	1	50	1	50
<b>Разом</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>3</b>	<b>100</b>

### Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

При оцінюванні знань враховується в першу чергу повнота, правильність і вичерпність відповідей на поставлені в модульних контрольних роботах запитання. Оцінка виставляється за 100-бальною шкалою та національною 5-бальною шкалою. Відомість результатів оформлюється за системою ECTS.

Оцінка «відмінно» виставляється, якщо під час проведення контролю було виявлено:

1. Наявність у студента всебічних, повних, глибоких інтегрованих знань програмового матеріалу, вміння вільно виконувати завдання запропонованого варіанту.
2. Вміння студента в письмовій та усній формі чітко, вичерпно і правильно викласти відповіді на питання запропонованого варіанту.
3. Глибоке розуміння студентом взаємозв'язку головних понять і положень предмета, розуміння значення цих положень і понять для майбутньої професії.
4. Високий рівень підготовленості студента з питань курсу до подальшої роботи над вдосконаленням рівня своєї професійної кваліфікації.

У відповідях студентів не має бути значних помилок. Відмінно виконана робота демонструє наявність у студента творчих здібностей.

Оцінка «добре» виставляється, коли студент письмово відповів на всі запитання, засвоїв всю навчальну програму курсу. У відповідях, які оцінені на «добре», можлива не більш як одна незначна помилка або виявлено декілька неточностей. Студент спроможний з допомогою літератури ліквідувати всі недоліки у відповідях.

Оцінка «задовільно» виставляється, коли студент дав відповіді на питання всіх завдань, але при цьому можуть проявитися певні прогалини у засвоєнні програми курсу. У відповідях, які оцінені на «задовільно», можуть зустрітися не більше як одна груба помилка або декілька значних та істотних неточностей.

Оцінка «незадовільно» виставляється за роботу, яка засвідчує про наявність у студента великих та суттєвих прогалин у знаннях основного матеріалу курсу, а у наявних його письмових відповідях є як принципові, так і грубі помилки. Студенти, які не представили письмові відповіді на модульних контрольних роботах, вважаються такими, що одержали оцінку «незадовільно».

### **Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю**

Підсумковий семестровий контроль з дисципліни «Теоретична механіка» здійснюється у формі екзамену.

Екзамен проводиться в усній формі. Результати екзамену оцінюються за такою шкалою:

Шкала ЄКТС	Диференційована шкала	Недиференційована шкала	Мін.бал-макс.бал
A	Відмінно	Зараховано	90-100
B	Добре		82-89
C			74-81
D			64-73
E	Задовільно		60-63
Fx	Незадовільно	Не зараховано	35-59
F			0-34

За бажанням студента результуюча підсумкова екзаменаційна оцінка може бути визначена як інтегрована оцінка засвоєння всіх тем дисципліни і кількісно дорівнює середньому арифметичному балів, отриманих за кожний модуль.

Переведення результатів, отриманих за 100-бальною шкалою оцінювання в національну 4-х бальну та шкалу за системою ECTS здійснюється за наведеною вище шкалою оцінювання.

Студент, який отримав за результатами підсумкового контролю оцінку «незадовільно» (1-34 балів, F), зобов'язаний пройти повторний курс вивчення дисципліни і скласти екзамен.

Результати підсумкового контролю знань заносяться до екзаменаційної відомості.

## 6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 6.1. Зміст навчальної дисципліни

#### Модуль 1

##### *Тема 1*

Механічний рух. Класична механіка. Роль і місце класичної механіки серед інших курсів теоретичної фізики. Основні поняття класичної механіки: матеріальна точка, система матеріальних точок, абсолютно тверде тіло, система відліку, простір і час в класичній механіці, сила і маса. Кінематика. Закони руху матеріальної точки. Швидкість, прискорення та секторна швидкість матеріальної точки. Задачі кінематики.

##### *Тема 2*

Сила. Силове поле. Класифікація сил та силових полів: потенціали сили, гіроскопічні і дисипативні сили. Поняття про інерціальну систему відліку. Закони інерції Галілея-Ньютона. Другий і третій закон Ньютона. Динаміка. Рівняння руху механічної системи. Перетворення Галілея. Принципи відносності Галілея. Інваріантність рівнянь руху замкнутих (ізолюваних) систем відносно перетворень Галілея. Рівняння руху і початкові умови. Основна задача механіки вільної системи матеріальних точок. Причинна обумовленість механічного руху (Лапласівський детермінізм).

##### *Тема 3*

Імпульс, момент імпульсу точки, момент сили, кінетична енергія, повна механічна енергія, механічні системи. Поняття інтеграла руху. Роль інтегралів руху. Закон зміни і закон збереження імпульсу матеріальної точки. Центральна сила, інтеграл площі. Закон зміни кінетичної енергії механічної системи. Теорема Клаузіуса про віріал систем. Закон зміни і закони збереження повної механічної енергії системи. Десять класичних інтегралів руху механіки.

##### *Тема 4*

Потенціальність центральної сили. Чотири перші інтеграли руху при русі матеріальної точки під дією центральної сили. "Ефективна" потенціальна енергія. Загальний розв'язок задачі про рух матеріальної точки під дією центральної сили. Загальні властивості руху в полі центральних сил. Фінітний та інфінітний рух матеріальної точки під дією центральних сил. Умова падіння на центр сил.

### *Тема 5*

Задача Кеплера - Ньютона. Рух по гіперболі, параболі, еліпсі і по колу. Три закони Кеплера. Прискорення тіл поблизу поверхні Землі. Зміна орбіти космічного корабля. Рух по балістичній траєкторії.

## **Модуль 2**

### *Тема 6*

Задача двох тіл. Рівняння руху центра мас і рівняння відносно руху двох точок. Приведена маса. Загальний розв'язок задач двох матеріальних точок, потенціальна енергія взаємодії яких залежить тільки від віддалі між ними. Пружне розсіювання частинок. "Л-система" і "ц-система". Кут розсіювання. Розв'язок задачі про пружне розсіювання. Діаграма швидкостей. Розсіювання частинок з електростатичною взаємодією. Потенціальний і повний перерізи розсіювання. Формула Резерфорда.

### *Тема 7*

Положення твердого тіла кути Ейлера. Миттєва вісь обертання. Кутова швидкість обертання твердого тіла. Формула Пуассона. Кінематичні формули Ейлера. Вираз модуля кутової швидкості через кути Ейлера.

### *Тема 8*

Положення, швидкість і прискорення матеріальної точки відносно різних систем відліку. Переносна швидкість. Переносне прискорення. Теорема Коріоліса. Рівняння руху матеріальної точки відносно неінерціальних систем відліку. Система інерції. Переваги інерціальних систем відліку в порівнянні з неінерціальними системами. Стан невагомості.

### *Тема 9*

Механіка суцільних середовищ. Фізично нескінченно мала частка. Деформація малої частини. Тензор повороту і тензор деформації. Рівняння неперервності. Поверхневі і об'ємні сили. Теорема про зміну кількості руху. Поле напружень в середовищі. Рівняння зміни кінетичної енергії. Рівняння зміни ентропії. Основні рівняння механіки суцільних середовищ.

### *Тема 10*

Ідеальна рідина. Рівняння руху ідеальної рідини. Рівняння гідростатики. Основні теореми ідеальної рідини. Потоки імпульсу і енергії. Звукові хвилі. Ударні хвилі.

### *Тема 11*

Роль міжмолекулярної взаємодії. Тензор пружних напружень. Пружні тіла. Закон Гука. Тензор в'язких напружень. Рідини і газу. В'язка рідина. повна система рівнянь руху. Рівняння Нав'є-Стокса.

## **Модуль 3**

### *Тема 12*

Поняття про зв'язки. Класифікація зв'язків. Основна задача динаміки невільної системи. Дійсні, можливості і віртуальні переміщення. Ідеальні зв'язки. Рівняння Лагранжа з реакціями зв'язків. Загальні теореми динаміки невільної системи. Загальне рівняння механіки (рівняння д'Аламбера-Лагранжа) в незалежних координатах.

### *Тема 13*

Незалежні узагальнені координати. Узагальнені швидкості. Число степеней вільності. Рівняння Лагранжа в незалежних координатах. Опис стану матеріальної точки і його зміни з плином часу у підході Лагранжа. Потенціальні та узагальнено-потенціальні сили. Функції Лагранжа. Сила Лоренца.

### *Тема 14*

Циклічні координати, зв'язок циклічних координат з інтегралами руху та симетрією силових полів і зв'язків. Статика. Положення рівноваги системи. Принцип віртуальних переміщень. Необхідна і достатня умова рівноваги матеріальних систем. Узагальнений імпульс. Узагальнена енергія. Закони зміни і збереження.

### *Тема 15*

Власні одновимірні коливання. Затухаючі гармонічні коливання. Принцип суперпозиції. Положення стійкої рівноваги. Власні і головні коливання системи. Лагранжіан системи в головних координатах. Вимушені коливання. Резонанс. Нелінійні коливання. Автоколивання математичного маятника.

### *Тема 16*

Рівняння руху твердих тіл. Кінетичний момент обертання твердого тіла. Рух твердого тіла з одною нерухомою точкою. Кінетична енергія обертання твердого тіла відносно системи центра мас. Момент інерції. Головні осі інерції. Теорема Штейнера. Плоскопаралельний рух твердого тіла. Рівняння Ейлера (динамічні).

## **Модуль 4**

### *Тема 17*

Канонічні зміни. Канонічні рівняння. Функції Гамільтона. Приклади. Завдання стану механічної системи у підході Гамільтона. Фазовий простір. Закон збереження фазового об'єму. Класичні дужки Пуассона. Фундаментальні дужки Пуассона та канонічність змінних. Дужки Пуассона і основні рівняння руху.

### *Тема 18*

Функція дії. Рівняння Гамільтона - Якобі. Інтегральний інваріант Пуанкаре-Картана. Канонічні перетворення. Рівняння руху і інтегральні варіаційні принципи. Функціонал дії і принцип Гамільтона - Остроградського.

### *Тема 19*

Принципи відносності Ейнштейна. Перетворення Лоренца. Основні принципи теорії відносності. Чотиривимірні вектори швидкості та імпульсу. Функціонал дії та функція Лагранжа в релятивістській теорії руху заряду в електромагнітному полі. Метод Лагранжа.

### *Тема 20*

Метод Гамільтона та рівняння Гамільтона в теорії руху релятивістського заряду в електромагнітному полі.

## 6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання: денна					
	Усього	у тому числі				
лекції		практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота	
1-й семестр						
<b>Модуль 1</b>						
<i>Тема 1.</i> Механічний рух. Класична механіка. Роль і місце класичної механіки серед інших курсів теоретичної фізики. Основні поняття класичної механіки: матеріальна точка, система матеріальних точок, абсолютне тверде тіло, система відліку, простір і час в класичній механіці, сила і маса. Кінематика. Закони руху матеріальної точки. Швидкість, прискорення та секторна швидкість матеріальної точки. Задачі кінематики.	12	4	2			6
<i>Тема 2.</i> Сила. Силове поле. Класифікація сил та силових полів: потенціали сили, гіроскопічні і дисипативні сили. Поняття про інерціальну систему відліку. Закони інерції Галілея-Ньютона. Другий і третій закон Ньютона. Динаміка. Рівняння руху механічної системи. Перетворення Галілея. Принципи відносності Галілея. Інваріантність рівнянь руху замкнених (ізольованих) систем відносно перетворень Галілея. Рівняння руху і початкові умови. Основна задача механіки вільної системи матеріальних точок. Причинна обумовленість механічного руху (Лапласівський детермінізм).	12	4	2			6
<i>Тема 3.</i> Імпульс, момент імпульсу точки, момент сили, кінетична енергія, повна механічна енергія, механічні системи. Поняття інтеграла руху. Роль інтегралів	13	4	4			5

руху. Закон зміни і закон збереження імпульсу матеріальна точка. Центральна сила, інтеграл площ. Закон зміни кінетичної енергії механічної системи. Теорема Клаузіуса про віріал сил. Закон зміни і закони збереження повної механічної енергії системи. Десять класичних інтегралів руху механіки.						
<i>Тема 4.</i> Потенціальність центральної сили. Чотири перші інтеграли руху при русі матеріальної точки під дією центральної сили. "Ефективна" потенціальна енергія. Загальний розв'язок задачі про рух матеріальної точки під дією центральної сили. Загальні властивості руху в полі центральних сил. Фінітний та інфінітний рух матеріальної точки під дією центральних сил. Умова падіння на центр сил.	12	4	2			6
<i>Тема 5</i> Задача Кеплера - Ньютона. Рух по гіперболі, параболі, еліпсу і по колу. Три закони Кеплера. Прискорення тіл поблизу поверхні Землі. Зміна орбіти космічного корабля. Рух по балістичній траєкторії.	9	2	2			5
Модульна контрольна робота						
Разом за модуль	58	18	12			28
<b>Модуль 2</b>						
<i>Тема 6.</i> Задача двох тіл. Рівняння руху центра мас і рівняння відносно руху двох точок. Приведена маса. Загальний розв'язок задач двох матеріальних точок, потенціальна енергія взаємодії яких залежить тільки від віддалі між ними. Пружне розсіяння частинок. "Л-система" і "ц-система". Кут розсіяння. Розв'язок задачі про пружне розсіяння. Діаграма швидкостей. Розсіяння частинок з електростатичною взаємодією. Потенціальний і повний перерізи розсіяння. Формула Резерфорда.	13	4	4			5
<i>Тема 7.</i> Положення твердого тіла кути Ейлера. Миттєва вісь обертання. Кутова	9	2	2			5

швидкість обертання твердого тіла. Формула Пуассона. Кінематичні формули Ейлера. Вираз модуля кутової швидкості через кути Ейлера.						
<i>Тема 8.</i> Положення, швидкість і прискорення матеріальної точки відносно різних систем відліку. Переносна швидкість. Переносне прискорення. Теорема Коріоліса. Рівняння руху матеріальної точки відносно неінерціальних систем відліку. Система інерції. Переваги інерціальних систем відліку в порівнянні з неінерціальними системами. Стан невагомості.	12	4	2			6
<i>Тема 9.</i> Механіка суцільних середовищ. Фізично нескінченно мала частка. Деформація малої частини. Тензор повороту і тензор деформації. Рівняння неперервності. Поверхневі і об'ємні сили. Теорема про зміну кількості руху. Поле напружень в середовищі. Рівняння зміни кінетичної енергії. Рівняння зміни ентропії. Основні рівняння механіки суцільних середовищ.	10	2	2			6
<i>Тема 10.</i> Ідеальна рідина. Рівняння руху ідеальної рідини. Рівняння гідростатики. Основні теореми ідеальної рідини. Потік імпульсу і енергії. Звукові хвилі. Ударні хвилі.	9	2	2			5
<i>Тема 11.</i> Роль міжмолекулярної взаємодії. Тензор пружних напружень. Пружні тіла. Закон Гука. Тензор в'язких напружень. Рідини і гази. В'язка рідина. повна система рівнянь руху. Рівняння Нав'є-Стокса.	9	2	2			5
Модульна контрольна робота						
Разом за модуль	62	16	14			32
<b>Разом за семестр</b>	120	34	26			60

2-й семестр						
Модуль 3						
<i>Тема 12.</i> Поняття про зв'язки. Класифікація зв'язків. Основна задача динаміки невіЛЬНОї системи. Дійсні, можливості і віртуальні переміщення. Ідеальні зв'язки. Рівняння Лагранжа з реакціями зв'язків. Загальні теореми динаміки невіЛЬНОї системи. Загальне рівняння механіки (рівняння Даламбера-Лагранжа) в незалежних координатах.	10	2	2			6
<i>Тема 13.</i> Незалежні узагальнені координати. Узагальнені швидкості. Число степеней вільності. Рівняння Лагранжа в незалежних координатах. Опис стану матеріальної точки і його зміни з плином часу у підході Лагранжа. Потенціальні та узагальнено-потенціальні сили. Функція Лагранжа. Сила Лоренца.	14	4	4			6
<i>Тема 14.</i> Циклічні координати, зв'язок циклічних координат з інтегралами руху та симетрією силових полів і зв'язків. Статика. Положення рівноваги системи. Принцип віртуальних переміщень. Необхідна і достатня умова рівноваги матеріальних систем. Узагальнений імпульс. Узагальнена енергія. Закони зміни і збереження.	14	4	4			6
<i>Тема 15.</i> Власні одновимірні коливання. Затухаючі гармонічні коливання. Принцип суперпозиції. Положення стійкої рівноваги. Власні і головні коливання системи. Лагранжіан системи в головних координатах. Вимушені коливання. Резонанс. Нелінійні коливання. Автоколивання математичного маятника.	14	4	2			8
<i>Тема 16.</i> Рівняння руху твердих тіл. Кінетичний момент обертання твердого тіла. Рух твердого тіла з одною нерухомою точкою. Кінетична енергія обертання твердого тіла відносно системи центра мас. Момент інерції. Головні осі інерції. Теорема Штейнера. Плоскопаралельний	10	2	2			6

рух твердого тіла. Рівняння Ейлера (динамічні).						
Модульна контрольна робота						
Разом за модуль	62	16	14			32
<b>Модуль 4</b>						
<i>Тема 17.</i> Канонічні зміни. Канонічні рівняння. Функція Гамільтона. Приклади. Завдання стану механічної системи у підході Гамільтона. Фазовий простір. Закон збереження фазового об'єму. Класичні дужки Пуассона. Фундаментальні дужки Пуассона та канонічність змінних. Дужки Пуассона і основні рівняння руху.	16	4	4			8
<i>Тема 18.</i> Функція дії. Рівняння Гамільтона -Якобі. Інтегральний інваріант Пуанкаре-Картана. Канонічні перетворення. Рівняння руху і інтегральні варіаційні принципи. Функціонал дії і принцип Гамільтона - Остроградського.	14	4	4			6
<i>Тема 19.</i> Принципи відносності Ейнштейна. Перетворення Лоренца. Основні принципи теорії відносності. Чотиривимірні вектори швидкості та імпульсу. Функціонал дії та функція Лагранжа в релятивістській теорії руху заряду в електромагнітному полі. Метод Лагранжа.	16	4	4			8
<i>Тема 20.</i> Метод Гамільтона та рівняння Гамільтона в теорії руху релятивістського заряду в електромагнітному полі.	12	4	2			6
Модульна контрольна робота						
Разом за модуль	58	16	14			28
<b>Разом за семестр</b>	<b>120</b>	<b>32</b>	<b>28</b>			<b>60</b>

### 6.3. Теми практичних (семінарських, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Кінематика. Закони руху матеріальної точки. Швидкість, прискорення та секторна швидкість матеріальної точки. Задачі кінематики.	2
2	Тема 2. Закони інерції Галілея-Ньютона. Другий і третій закони Ньютона. Динаміка. Рівняння руху механічної системи. Принципи відносності Галілея. Інваріантність рівнянь руху замкнутих (ізолюваних) систем відносно перетворень Галілея. Рівняння руху і початкові умови. Основна задача механіки вільної системи матеріальних точок. Причинна обумовленість механічного руху (Лапласівський детермінізм).	2
3	Тема 3. Імпульс, момент імпульсу точки, момент сили, кінетична енергія, повна механічна енергія, механічні системи. Поняття інтеграла руху. Закон зміни і закон збереження імпульсу матеріальної точки. Центральна сила, інтеграл площ. Закон зміни кінетичної енергії механічної системи. Теорема Клаузіуса про віріал сил. Закон зміни і закони збереження повної механічної енергії системи. Десять класичних інтегралів руху механіки.	4
4	Тема 4. Потенціальність центральної сили. Чотири перші інтеграли руху при русі матеріальної точки під дією центральної сили. "Ефективна" потенціальна енергія. Загальний розв'язок задачі про рух матеріальної точки під дією центральної сили. Загальні властивості руху в полі центральних сил. Фінітний та інфінітний рух матеріальної точки під дією центральних сил. Умова падіння на центр сил.	2
5	Тема 5 Задача Кеплера - Ньютона. Рух по гіперболі, параболі, еліпсу і по колу. Три закони Кеплера. Прискорення тіл поблизу поверхні Землі. Зміна орбіти космічного корабля. Рух по балістичній траєкторії.	2
6	Тема 6. Задача двох тіл. Рівняння руху центра мас і рівняння відносно руху двох точок. Приведена маса. Загальний	2

	розв'язок задач двох матеріальних точок, потенціальна енергія взаємодії яких залежить тільки від віддалі між ними. Розв'язок задачі про пружне розсіяння. Розсіяння частинок з електростатичною взаємодією. Потенціальний і повний перерізи розсіяння. Формула Резерфорда.	
7	Тема 7. Положення твердого тіла кути Ейлера. Миттєва вісь обертання. Кутова швидкість обертання твердого тіла. Формула Пуассона. Кінематичні формули Ейлера. Вираз модуля кутової швидкості через кути Ейлера.	2
8	Тема 8. Положення, швидкість і прискорення матеріальної точки відносно різних систем відліку. Переносна швидкість. Переносне прискорення. Теорема Коріоліса. Рівняння руху матеріальної точки відносно неінерціальних систем відліку. Система інерції. Переваги інерціальних систем відліку в порівнянні з неінерціальними системами. Стан невагомості.	2
9	Тема 9. Механіка суцільних середовищ. Тензор повороту і тензор деформації. Рівняння неперервності. Поверхневі і об'ємні сили. Теорема про зміну кількості руху. Поле напружень в середовищі. Рівняння зміни кінетичної енергії. Рівняння зміни ентропії. Основні рівняння механіки суцільних середовищ.	2
10	Тема 10. Ідеальна рідина. Рівняння руху ідеальної рідини. Рівняння гідростатики. Основні теореми ідеальної рідини. Поток імпульсу і енергії. Звукові хвилі. Ударні хвилі.	2
11	Тема 11. Роль міжмолекулярної взаємодії. Тензор пружних напружень. Пружні тіла. Закон Гука. Тензор в'язких напружень. Рідини і газу. В'язка рідина. повна система рівнянь руху. Рівняння Нав'є-Стокса.	2
12	Тема 12. Основна задача динаміки невільної системи. Рівняння Лагранжа з реакціями зв'язків. Загальні теореми динаміки невільної системи. Загальне рівняння механіки (рівняння Даламбера-Лагранжа) в незалежних координатах.	2
13	Тема 13. Незалежні узагальнені координати. Узагальнені швидкості. Число степеней вільності. Рівняння Лагранжа в незалежних координатах. Опис стану матеріальної точки і його зміни з плином часу у підході Лагранжа. Потенціальні	4

	та узагальнено-потенціальні сили. Функція Лагранжа. Сила Лоренца.	
14	Тема 14. Циклічні координати, зв'язок циклічних координат з інтегралами руху та симетрією силових полів і зв'язків. Статика. Положення рівноваги системи. Принцип віртуальних переміщень. Необхідна і достатня умова рівноваги матеріальних систем. Узагальнений імпульс. Узагальнена енергія. Закони зміни і збереження.	4
15	Тема 15. Власні одновимірні коливання. Затухаючі гармонічні коливання. Принцип суперпозиції. Положення стійкої рівноваги. Власні і головні коливання системи. Лагранжіан системи в головних координатах. Вимушені коливання. Резонанс. Нелінійні коливання. Автоколивання математичного маятника.	2
16	Тема 16. Кінетичний момент обертання твердого тіла. Рух твердого тіла з одною нерухомою точкою. Кінетична енергія обертання твердого тіла відносно системи центра мас. Момент інерції. Головні осі інерції. Теорема Штейнера. Плоскопаралельний рух твердого тіла. Рівняння Ейлера (динамічні).	2
17	Тема 17. Канонічні зміни. Канонічні рівняння. Функція Гамільтона. Завдання стану механічної системи у підході Гамільтона. Фазовий простір. Закон збереження фазового об'єму. Класичні дужки Пуассона. Фундаментальні дужки Пуассона та канонічність змінних. Дужки Пуассона і основні рівняння руху.	4
18	Тема 18. Функція дії. Рівняння Гамільтона -Якобі. Інтегральний інваріант Пуанкаре-Картана. Канонічні перетворення. Рівняння руху і інтегральні варіаційні принципи. Функціонал дії і принцип Гамільтона - Остроградського.	4
19	Тема 19. Основні принципи теорії відносності Ейнштейна. Перетворення Лоренца. Чотиривимірні вектори швидкості та імпульсу. Функціонал дії та функція Лагранжа в релятивістській теорії руху заряду в електромагнітному полі. Метод Лагранжа.	4

20	Тема 20. Метод Гамільтона та рівняння Гамільтона в теорії руху релятивістського заряду в електромагнітному полі.	2
<b>Разом</b>		<b>54</b>

#### 6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Вибрані задачі кінематики.	10
2	Тема 2. Динаміка точки і системи матеріальних точок.	10
3	Тема 3. Основи динаміки твердого тіла. Статика.	10
4	Тема 4. Поперечні перерізи розсіяння. Розпад частинок.	10
5	Тема 5. Аналітична механіка. Вибрані задачі аналітичної механіки.	10
6	Тема 6. Інтегральний інваріант Пуанкаре-Картана.	10
7	Тема 7. Рівняння руху і інтегральні варіаційні принципи. Принцип найменшої дії Мопертюї. Принцип найменшої дії у формі Якобі.	10
8	Тема 8. Типи диференційованих симетрій. Симетрії і закони збереження. Теорема Ньотер.	10
9	Тема 9. Функція Гамільтона. Канонічні рівняння Гамільтона.	10
10	Тема 10. Рух матеріальної точки і хвильовий процес.	10
11	Тема 11. Канонічні перетворення. Змінні «дія-кут» та адіабатичні інваріанти.	10
12	Тема 12. Основи спеціальної теорії відносності. Релятивістська кінематика. Чотиривимірний простір Мінковського. Релятивістська динаміка.	10
<b>Разом</b>		<b>120</b>

### 7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Технічні засоби: Мультимедійний проектор, інтерактивна дошка.

Обладнання: персональні комп'ютери, ноутбуки, планшети, веб-камери.

Програмне забезпечення: Microsoft Office.

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет.

Конспекти аудиторних занять з дисципліни “Теоретична механіка”, методичне забезпечення самостійної підготовки студентів, завдання та тематика контрольних робіт для студентів, інструктивно-методичні матеріали до самостійних занять та методичні вказівки до виконання індивідуальних завдань.

## **8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ**

### ***Основні:***

1. Карбованець М.І., Лазур В.Ю., Нодь Є.А. Теоретична механіка. Частина І. Метод Лагранжа: Навчальний посібник. – Ужгород: Видавництво УжНУ «Говерла». – 2019. – 82 с.
2. Федорченко А.М. Теоретична фізика. Механіка. – Київ: Вища школа. – 1975. – 316 с.
3. Булгаков В.М., Черниш О.М., Яременко В.В., Березовий М.Г. Теоретична механіка: підручник. – Київ: Центр навчальної літератури. – 2019. – 705 с.
4. Павловський М.А. Теоретична механіка. – Київ: Техніка. – 2002. – 511 с.
5. Мамаєв Л.М., Нікулін О.В., Солод В.Ю. Збірник задач з теоретичної механіки: навч. посіб. – Кам’янське : ДДТУ. – 2018. — 247 с.
6. Herbert Goldstein, Charles P. Poole, Jr. John L. Safko. Classical mechanics. – 2000. – 638 p.

### ***Додаткові:***

1. Кузьо І. В., Ванькович Т.-Н. М., Зінько Я. А., Смерека І. П. Теоретична механіка. Кінематика. Навчальний посібник. – Львів: Видавництво Львівської політехніки. – 2007. – 188 с.
2. Цасюк В.В. Теоретична механіка: Навчальний посібник. – Київ: ЦУЛ. – 2004. – 402 с.
3. Бугаєнко Г.О. Курс теоретичної механіки. – Київ. 1968. – 367 с.

**Результати перегляду  
робочої програми навчальної дисципліни**

Робоча програма перезатверджена на 20\_\_ / 20\_\_ н.р. без змін; зі змінами (Додаток \_\_).  
(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20\_\_ / 20\_\_ н.р. без змін; зі змінами (Додаток \_\_).  
(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20\_\_ / 20\_\_ н.р. без змін; зі змінами (Додаток \_\_).  
(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20\_\_ / 20\_\_ н.р. без змін; зі змінами(Додаток \_\_).  
(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис) (Прізвище ініціали)