

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА**

**Факультет/інститут ФІЗИКО ТЕХНІЧНИЙ**

**Кафедра ФІЗИКИ І МЕТОДИКИ ВИКЛАДАННЯ**

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**КЛАСИЧНА МЕХАНІКА**

**ОСВІТНЯ ПРОГРАМА**

**СЕРЕДНЯ ОСВІТА (фізика та математика)**

**Спеціальність 014 Середня освіта (за предметними спеціальностями)**

**Галузь знань 01 Освіта/ Педагогіка**

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол № \_\_ від “\_” \_\_\_\_ 2020 р.

м. Івано-Франківськ – 2020



## **ЗМІСТ**

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Компетентності
5. Результати навчання
6. Організація навчання курсу
7. Система оцінювання курсу
8. Політика курсу
9. Рекомендована література.

<b>1. Загальна інформація</b>	
<b>Назва дисципліни</b>	<b>Класична механіка</b>
<b>Викладач (-і)</b>	доцент, кандидат фізико-математичних наук Ліщинський Ігор Мирославович
<b>Контактний телефон викладача</b>	0678022656
<b>E-mail викладача</b>	igor.lishchynskyy@pnu.edu.ua
<b>Формат дисципліни</b>	Семестровий
<b>Обсяг дисципліни</b>	6 кредитів
<b>Посилання на сайт дистанційного навчання</b>	<a href="http://www.d-learn.pu.if.ua/">http://www.d-learn.pu.if.ua/</a>
<b>Консультації</b>	Щотижня середа 15.00 ауд 116., (Viber, GoogleMeet за домовленістю)
<b>2. Анотація до курсу</b>	
<p>Класична механіка є складовою частиною курсу теоретичної фізики і визначає основу для теоретичної підготовки майбутнього вчителя фізики, формуванні у нього цілісних уявлень про сучасну фізичну картину світу.</p> <p>В навчальному плані підготовки вчителя фізики класична механіка вивчається після розділу „Механіка” курсу загальної фізики, математичного аналізу, аналітичної геометрії, методів математичної фізики. Для успішного освоєння курсу студенти повинні володіти диференціальним та інтегральним численням і векторною алгеброю, основами векторного аналізу. Програмою курсу передбачається вивчення основних понять і положень механіки Ньютона, аналітичної механіки Лагранжа і гамільтонового формалізму, механіки суцільних середовищ.</p>	
<b>3. Мета та цілі курсу</b>	
<p>Курс «Класична механіка» є фундаментальним розділом основного курсу теоретичної фізики.</p> <p><b>Мета:</b> формування в майбутнього фізика цілісної картини фізичних явищ, пов'язаних із макросвітом.</p> <p><b>Завдання:</b> навчити студентів самостійно виконувати розрахунки, необхідні для розв'язування задач теоретичної механіки.</p> <p>У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен</p> <p><b>знати:</b> 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.</p> <p><b>вміти:</b> самостійно опрацьовувати основну і додаткову літературу, сформулювати теоретичні положення фізики, межі застосування основних методів класичної фізики, аналізувати фізичні явища та процеси; оцінювати характерні розміри і визначати масштаби явищ і процесів; будувати фізичні і матеріальні моделі та визначати їх межі застосування; оцінювати вплив початкових і граничних умов; застосовувати ці методи до конкретних задач в тому числі тих, які виникають в кожних наступних розділах теоретичної фізики, застосовувати теорію до практичних задач, робити наукові узагальнення; виявляти можливі протиріччя між математичними образами процесу і спостереженнями, графічно зображати встановлені закономірності, на основі графічних залежностей робити висновки, науково обґрунтовувати фізичний експеримент.</p>	

<b>4. Результати навчання</b>						
ПРН.1. Знає та розуміє основні поняття, закони, теорії, загальну структуру, предмет і методи дослідження фізики та методики її навчання; місце і зв'язки в системі наук, етапи розвитку.						
ПРН.2. Аналізує фізичні явища і процеси на основі фізичних законів, теорій, принципів, із застосуванням відповідних математичних методів.						
ПРН.4. Знає, розуміє і демонструє здатність реалізовувати теоретичні й методичні засади навчання фізики для виконання освітньої програми в базовій середній школі.						
ПРН.6. Користується математичним апаратом фізики, застосовує математичні та чисельні методи, що використовуються в курсі фізики базової середньої школи.						
ПРН.10. Знає і розуміє математичні методи фізики та розділів математики, що є основою вивчення курсів загальної та теоретичної фізики.						
<b>5. Компетентності</b>						
ЗК.6. Знання та розуміння предметної області і розуміння професійної діяльності.						
ЗК.10. Здатність до аналізу та синтезу.						
ФК.1. Здатність використовувати закони й принципи фізики у поєднанні із потрібними математичними інструментами для опису природних явищ.						
ФК.2. Здатність будувати відповідні моделі природних явищ, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи.						
ФК.3. Здатність професійно орієнтуватися в сучасних проблемах фізики і новітніх фізичних методах досліджень і наукових технологій.						
<b>6. Організація навчання курсу</b>						
Обсяг курсу						
Вид заняття				Загальна кількість годин		
лекції				46		
практичні				44		
самостійна робота				90		
Ознаки курсу						
Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)		Нормативний / вибірковий		
V	<u>Середня освіта (фізика)</u>	III		нормативний		
Тематика курсу						
Тема, план		Форма заняття	Літера- тура	Завдання, год.	Вага оцінки	Термін виконан- ня
<b>Змістовий модуль 1. Вступ до теоретичної механіки. Рівняння Лагранжа. Принцип найменшої дії</b>						
<b>Тема 1. Кінематика</b> 1. Предмет і методи теоретичної фізики. 2. Основні поняття класичної механіки простір і час. 3. Рівняння руху, швидкість і прискорення матеріальної точки. 4. Швидкість у криволінійних координатах. Коефіцієнти Ляме. 5. Натуральний спосіб задання руху. Секторна швидкість. 6. Тангенціальне і нормальне прискорення. Кривизна траєкторії.		лекція/ практич на	4: §1; 5: §1.1, 7: Гл.1 § 1-6.	Опрацювати матеріал лекцій та виконати завдання самостійної роботи. Розв'язати задачі. 18 год.	2	1-й – 2-й тиждень навчання
<b>Тема 2. Динаміка</b> 1. Поняття про силу і масу. Інерціальні системи відліку. Закони Ньютона. Принцип відносності Галілея. Пряма і обернена задача механіки, початкові умови. Принцип причинності. 2. Закон зміни і збереження імпульсу,		лекція/ практич на/	5: §1.1,1.3 ; 6: §1.2- 1.4, 2.1- 2.2, 2.- 2.7, 7:	Опрацювати матеріал лекцій та виконати завдання самостійної роботи. Розв'язати	2	3-й тиждень навчання

моменту імпульсу, енергії матеріальної точки. 3. Робота сили і потенціальна енергія у силовому полі. 4. Фінітний та інфінітний рух. Теорема Клаузіуса про віріал сил. 5. Рух центра мас. Закон зміни і збереження імпульсу, моменту імпульсу, енергії системи матеріальних точок.		Гл II § 1-5, Гл III § 1-5	задачі. 18 год.		
<b>Тема 3. Інтегрування рівнянь Ньютона</b> 1. Одновимірний рух. 2. Задача двох тіл та її зведення до задачі про рух частинки у центрально-симетричному полі. 3. Розв'язок задачі про рух частинки у центрально-симетричному полі у загальному вигляді. Якісне дослідження руху у центрально-симетричному полі. 4. Задача Кеплера. 5. Розпад частинок. Пружні зіткнення частинок. 6. Розсіювання частинок. Формула Резерфорда.	лекція/практична/	2: §11-15; 4 §8-10; 5: §1.2; 6: §2.3-2.4, 7: Гл. 3 §7	Опрацювати матеріал лекцій та виконати завдання самостійної роботи. Розв'язати задачі. 18 год.	2	4-й – 5-й тиждень навчання
<b>Тема 4. Рівняння Лагранжа I та II родів</b> 1. Рух невільної механічної системи. В'язі. Класифікація в'язей. 2. Віртуальні переміщення і визначення ідеальних в'язей. Рівняння Лагранжа I-го роду. 3. Принцип віртуальних переміщень і умова рівноваги голономних механічних систем. 4. Принцип Даламбера. Рівняння Лагранжа II-го роду. 5. Функція Лагранжа для систем з потенціальними і узагальнено-потенціальними силами. Приклад для частинки у електромагнітному полі. 6. Рівняння Лагранжа для систем за наявності сил тертя. Дисипативна функція Релея.	лекція/практична/	4: §12-15; 5: §2.1-2.6; 6: §5.1-5.7; 7: Гл. 4 §1-6	Опрацювати матеріал лекцій та виконати завдання самостійної роботи. Розв'язати задачі. 18 год.	2 Контрольна робота 10	6-й – 7-й тиждень навчання
<b>Тема 5. Принцип найменшої дії</b> 1. Елементи варіаційного числення. Поняття про функціонал. Варіація функції. Варіація функціоналу. 2. Варіаційний принцип Гамільтона. Виведення рівнянь Лагранжа з варіаційного принципу Гамільтона. 3. Закони збереження і їх зв'язок з властивостями простору і часу. Однорідність часу і закони збереження енергії. Однорідність простору і закон збереження імпульсу. Ізотропність простору і закон збереження моменту кількості руху. Теорема Нетер. 4. Механічна подібність.	лекція/практична/	2. § 2-10; 4: §33-34; 5: §5.4; 7: Гл. 7 §4-5	Опрацювати матеріал лекцій та виконати завдання самостійної роботи. Розв'язати задачі. 18 год.	2	8-й тиждень навчання
<b>Змістовий модуль 2. Гамільтоновий формалізм. Рівняння Гамільтона-Якобі. Застосування</b>					

<b>методів теоретичної механіки до конкретних систем</b>					
<b>Тема 6. Канонічні рівняння</b> 1. Рівняння Гамільтона. Функція Гамільтона. 2 Функція Рауса. 3. Дужки Пуассона. Властивості дужок Пуассона. 4. Дія як функція координат і часу. 5 Принцип Мопертюї. 6 Канонічні перетворення. Твірна функція канонічного перетворення. 7. Інваріантність дужок Пуассона відносно канонічних перетворень. Рух системи як канонічне перетворення. 8. Геометрична інтерпретація механічних явищ. Рух фазової рідини. Теорема Ліувіля.	лекція/практична/	2: §40-46, 49; 4 §16-17, 35-36, 38-40; 5: §5.1-5.3; 6: §9.1-9.3, 9.7-9.10; 6: Гл. 7 §6-8, 10	Опрацювати матеріал лекцій та виконати завдання самостійної роботи. Розв'язати задачі. 18 год.	2	9-й – 10-й тиждень навчання
<b>Тема 7. Теорія Гамільтона-Якобі</b> 1. Рівняння Гамільтона-Якобі. Теорема Якобі. Знаходження розв'язку задачі про рух механічної системи методом Гамільтона-Якобі. 2. Метод розділення змінних в рівнянні Гамільтона-Якобі. 3. Рівняння Гамільтона-Якобі і хвильове рівняння	лекція/практична/	2: §47-48, 4: §37; 5: §6.1-6.3; 6: §9.4-9.6; 7: Гл. 7 §9-10	Опрацювати матеріал лекцій та виконати завдання самостійної роботи. Розв'язати задачі. 18 год.	2	11-й тиждень навчання
<b>Тема 8. Малі коливання</b> 1. Вільні одновимірні коливання. 2 Вимушені коливання. 3. Вільні згасаючі коливання одновимірних систем. 4 Вимушені коливання за наявності тертя. 5. Коливання систем з багатьма ступенями вільності. 6. Параметричний резонанс. 7. Ангармонічні коливання.	лекція/практична/	2: §21-30; 4: §29-31; 5: §3.1-3.5; 6: §6.1-6.5, 7.1-7.3; 7: Гл. 6 §1-4,6	Опрацювати матеріал лекцій та виконати завдання самостійної роботи. Розв'язати задачі. 18 год.	2	12-й тиждень навчання
<b>Тема 9. Рух твердого тіла</b> 1. Рух твердого тіла. Кутова швидкість. . Кути Ейлера. 2. Тензор інерції. 3. Момент імпульсу твердого тіла. Рівняння руху твердого тіла. 4. Рівняння Ейлера для руху твердого тіла. 5. Рух в неінерційних системах відліку.		2: §31-36,39; 4: §18-23; 5: §4.1-4.3; 6: §8.1-8.4; 7: 5, §1-4.	Опрацювати матеріал лекцій та виконати завдання самостійної роботи. Розв'язати задачі. 18 год.	2 Контрольна робота 10	13-й – 14-й тиждень навчання
<b>Тема 10. Основи механіки суцільних середовищ</b> 38. Приклади Лагранжіанів неперервних систем. 39. Рівняння Лагранжа для поля. 40. Рівняння Гамільтона для поля. 41. Дужки Пуасона для поля. 42. Рівняння руху ідеальної рідини. 43. Поширення звуку в газах. Нестислива рідина. Стационарний рух. Рівняння Бернуллі.		4: §47-51; 5: §8.1-8.2; 6: §11.1-11.5, 12.1-12.2; 9: §1-2, 5-7, 10, 12, 15, 16, 64	Опрацювати матеріал лекцій та виконати завдання самостійної роботи. Розв'язати задачі. 18 год.	2	15-й тиждень навчання
Підсумковий контроль (екзамен)				50	

<b>7. Система оцінювання курсу</b>	
Загальна система оцінювання курсу	<p><i>Поточний контроль</i> здійснюється під час проведення лекційних, практичних, індивідуальних занять і має на меті перевірку знань студентів з окремих тем навчальної дисципліни та рівня їх підготовленості до виконання конкретної роботи. Оцінки у національній шкалі («відмінно» - 5, «добре» - 4, «задовільно» - 3, «незадовільно» - 2), отримані студентами, виставляються у журналах обліку відвідування та успішності академічної групи.</p> <p><i>Модульний контроль</i> (сума балів за окремий змістовий модуль) проводиться (виставляється) на підставі оцінювання результатів знань студентів після вивчення матеріалу з логічно завершеної частини дисципліни – змістового модуля.</p> <p>Завданням модульного контролю є перевірка розуміння та засвоєння певного матеріалу (теми), вироблення навичок проведення розрахункових робіт, вміння вирішувати конкретні ситуативні задачі, самостійно опрацьовувати тексти, здатності осмислювати зміст даної частини дисципліни, уміння публічно чи письмово подати певний матеріал.</p> <p><i>Семестровий (підсумковий) контроль</i> проводиться у формі екзамену.</p> <p><i>Екзамен</i> – форма підсумкового контролю, яка передбачає перевірку розуміння студентом теоретичного та практичного програмного матеріалу з усієї дисципліни, здатності творчо використовувати здобуті знання та вміння, формувати власне ставлення до певної проблеми тощо.</p>
Вимоги до письмової роботи	Підсумкова письмова робота повинна містити теоретичні і (або) практичні завдання і передбачає усний захист. Підсумкова робота може виконуватися у формі тестових завдань з вибором правильної відповіді.
Практичні заняття	На практичних заняттях оцінюється: володіння основними поняттями і законами відповідної теми; участь у розв'язуванні задач, вміння самостійно розв'язувати задачі відповідної теми.
Умови допуску до підсумкового контролю	Студент допускається до складання екзамену, якщо впродовж семестру він за змістові модулі набрав сумарно 25 балів і вище. Студент не допускається до складання екзамену, якщо впродовж семестру він за змістові модулі набрав менше 25 балів. У цьому випадку студенту у відомості робиться запис " <i>не допущений</i> " і виставляється набрана кількість балів. Допускається, як виняток, з дозволу декана факультету за заявою, погодженою з відповідною кафедрою, одноразове виконання студентом додаткових видів робіт з навчальної дисципліни (відпрацювання пропущених занять, перескладання змістових модулів, виконання індивідуальних завдань тощо) для підвищення оцінок за змістові модулі. Напередодні екзамену викладач подає доповідну декану про недопуск студентів академічної групи (груп). Відмітка про недопуск у відомості робиться при наявності розпорядження декана.
<b>8. Політика курсу</b>	
<p>Протягом семестру для перевірки знань студентів та контролю за самостійною роботою студента застосовують дві контрольні роботи та оцінки за виконані і здані лабораторні роботи. Модульний контроль проводиться у письмовій формі під час практичних занять і включає завдання з декількох розділів лекційного курсу. Максимальний бал, який студент може отримати за всіма видами контролю – 100 балів. Студент повинен самостійно виконувати навчальні завдання, завдання поточного та підсумкового контролю. Вважається шахрайством дозволяти іншим копіювати вашу роботу, використання шпаргалок, копіювання іншого тесту, підглядання в роботу іншого студента, списування, використання підручника, зошита чи мобільного телефону під час написання модульної, підсумкової роботи чи захисту лабораторної роботи.</p> <p>Не допускаються пропуски практичних.</p> <p>У кінці семестру підраховується рейтинг за поточними видами контролю і підраховується загальний рейтинг, який переводиться в оцінку у відповідності до шкали оцінювання.</p> <p><u>Розклад поточного контролю:</u></p>	

Модульний контроль (Колоквіуми) – 8 і 15 тижні.

Контрольні роботи – 7 і 14 тижні.

Оцінка студента формується таким чином:

1. Робота на практичних заняттях – максимально 10 балів за всі практичні заняття.
2. Підсумковий модульний контроль – по 10 балів за модуль, максимально 20 балів (проводиться у письмовій формі з подальшим усним захистом або у тестовій формі).
3. Виконання контрольних робіт – максимально 20 балів
4. Підсумковий контроль (екзамен) – максимально 50 балів

#### **9. Рекомендована література**

##### **Базова**

1. *Н.М. Жирнов* Классическая механика. - М.: 1988.
2. *Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц.* Механика. М.: —Наука, 1988, 215 с.
3. *А. М. Федорченко.* Теоретична механіка. Київ: —Вища школа, 1975, 516 с.
4. *Д.тер Хаар.* Основы гамильтоновой механики. М.: —Наука, 1975, 223 с.
5. *Н. Н. Ольховский.* Курс теоретической механики для физиков. М.: —Наука, 1975, 574 с.
6. *М. А. Айзерман.* Классическая механика. М.: —Наука, 1974, 367 с.
7. *Ю. Г. Павленко.* Лекции по теоретической механике. М.: Изд. МГУ, 1991, 336с.
8. *Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц.* Гидродинамика. М.: —Наука, 1986, 730с.

##### **Допоміжна**

9. *А. Ю. Глауберман, М. Т. Сеньків.* Теоретична механіка. Львів, 1960, 220 с.
10. *І.М. Ліщинський.* Класична механіка. Курс лекцій. Івано-Франківськ. 2020, 287 с.
11. *Гаральд Іро.* Класична механіка. Львів, 1999.
12. *Дудик М.В., Діхтяренко Ю.В.* Класична механіка (курс лекцій): навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів фізико-математичних спеціальностей. – Умань, 2015. – 160 с.
13. *В.И. Арнольд.* Математические методы классической механики. М., 1974.
14. *В.В. Мултановский* Курс теоретической физики. - М.: Просвещение.
15. *Ф.Р. Гантмахер.* Лекции по аналитической механике. М., 1966.
16. *Г. Л. Коткин, В. Г. Сербо.* Сборник задач по классической механике. Москва – Ижевск, 2001.
17. *В. И. Арнольд.* Математические методы классической механики. М.: Наука, 1989.
18. *М.Ф.Барина, О.В. Голубева* Задачи и упражнения по классической механике. 1980.
19. *И.И. Мещерский* Сборник задач по теоретической механике. - М.: Наука, 1973
20. *Ю. Г. Павленко.* Задачи по теоретической механике. М.: Изд. Моск. ун-та, 1988.

**Викладач \_\_\_\_\_ Ліщинський І.М.**