

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра математики та теоретичної радіофізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана з навчальної роботи

_____ Олексій НЕЧИПОРУК

« ____ » _____ 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теоретична механіка

для студентів

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
освітній рівень	перший (бакалавр)
освітня програма	Електроніка та інформаційні технології в медицині
вид дисципліни	обов'язкова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	3
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач:

Микола МАКСЮТА, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри математики та теоретичної радіофізики

Пролонговано: на 20__/20__ н. р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.
на 20__/20__ н. р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.

Розробник:

Микола МАКСЮТА, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри математики та теоретичної радіофізики

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Зав. кафедри математики та теоретичної
радіофізики

_____ Володимир ВИСОЦЬКИЙ

Протокол № __ від «__» _____ 2022 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Протокол № ____ від « ____ » _____ 2022 р.

Голова науково-методичної комісії

Сергій РАДЧЕНКО

«_____» _____ 2022 р.

ВСТУП

1. Мета дисципліни – поглиблене вивчення законів руху матеріальних точок на основі принципів Гамільтона та Даламбера – Лагранжа, усвідомлення зв'язку основних законів збереження з симетріями простору та часу, розгляд руху матеріальних точок в одновимірних та центральних полях, руху абсолютно твердого тіла, детальне ознайомлення з гамільтоновим формалізмом.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Для успішного опанування навчальною дисципліною необхідне знання таких математичних курсів: “Математичний аналіз”, “Загальна алгебра”, “Диференціальні рівняння”.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна складається з п'яти розділів. Перший розділ присвячений вивченню руху матеріальних точок за використання формалізму Лагранжа. Зокрема, на основі принципу Гамільтона виводяться рівняння Лагранжа другого роду, а за допомогою принципу Даламбера виводяться рівняння Лагранжа першого роду, за допомогою яких розраховуються реакції в'язей; вводиться поняття циклічної координати і показується, що її існування пов'язане з наявністю деякого інтеграла руху; за допомогою законів збереження досліджується одновимірний рух однієї матеріальної точки; розглядається механічна подібність і теорема віріалу; аналізуються малі коливання, а також вивчається метод фазової площини.

У другому розділі вивчаються лінійні та нелінійні коливання систем з одним ступенем вільності за наявності сил тертя; досліджуються зображення згасаючих процесів на фазовій площині за “додатного” та “від'ємного” тертя, вивчається знаковміне тертя; розглядаються вимушені коливання та різні резонансні явища; розглядаються також коливання з багатьма ступенями вільності як за відсутності, так і за наявності сил тертя.

Третій розділ присвячений інтегрованості динамічних систем з декількома ступенями вільності. Зокрема, проводиться цей аналіз на прикладі гармонічного осцилятора з двома ступенями вільності. Розглядається випадок нелінійної системи Хенона – Хейнса, поведінка якої за деякої критичної енергії стає навіть хаотичною. Вивчається також рух у центральних полях.

У четвертому розділі вивчається рух абсолютно твердого тіла. Зокрема, у межах формалізму ортогональних перетворень координат (параметризація за допомогою напрямних косинусів) розглядається кінематика та динаміка обертального руху твердого тіла. Одержані вирази для тензорів інерції різних типів твердих тіл (дзиг), вводиться функція Лагранжа твердого тіла, а також вивчається обертальний рух різних типів дзиг за параметризацій за допомогою кутів Ейлера та за використання векторної параметризації. Окрема проводиться дослідження руху у неінерціальних системах відліку.

П'ятий розділ присвячений формалізму Гамільтона, який є найбільш потужним методом дослідження механічних систем. Зокрема, будуються функції Гамільтона за допомогою за допомогою перетворення Лежандра, виводяться канонічні рівняння Гамільтона, дається визначення функції Рауса, розглядаються канонічні перетворення та відповідні їм твірні функції, вводяться дужки Пуассона, аналізується метод Гамільтона – Якобі. На основі дослідження інваріантів Пуанкаре доводиться теорема Ліувілля, розглядаються адіабатичні інваріанти, які є основою введення змінних “дія – кут”, за допомогою яких опис інтегрованих динамічних систем здійснюється на більш високому теоретичному рівні. Завершується курс одержанням стаціонарного рівняння Шредінгера.

4. Завдання (навчальні цілі):

- 1) Надати основні теоретичні відомості курсу “Теоретична механіка”, які складають важливу частину загально-фізичної та інженерної підготовки студента-бакалавра за спеціальністю “Прикладна фізика та наноматеріали”.
- 2) Простежити взаємозв'язок об'єктів досліджень теоретичної механіки з іншими компонентами підготовки; продемонструвати застосування теоретичних відомостей до розв'язання практичних задач;
- 3) Прищепити вміння розв'язувати прикладні задачі методами теоретичної механіки.
- 4) Дисципліна спрямована на формування таких програмних компетентностей:

ЗК-4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК-9. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ФК-3. Здатність брати участь у проведенні експериментальних досліджень властивостей фізичної системи, фізичних явищ і процесів.

ФК-5. Здатність брати участь у розробці схем фізичних експериментів та обранні необхідного обладнання та пристроїв для проведення експерименту.

ФК-7. Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1, знати; 2, вміти; 3, комунікація; 4, автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1	студент повинен знати :	лекційні заняття, практичні заняття	робота на практичних заняттях, письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	до 45
1.1	основні поняття та методи теоретичної фізики, зокрема, основні постулати Ньютона, принципи Гамільтона та Даламбера, основні закони збереження, метод фазової площини, задачу двох тіл, тензор інерції твердого тіла, кінематичні та динамічні рівняння Ейлера, рівняння Гамільтона, теорему Ліувілля, рівняння Гамільтона – Якобі	лекційні заняття, практичні заняття	МКР	
2	студент повинен вміти :	робота на практичних заняттях, письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	робота на практичних заняттях, письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	до 45
2.1	Застосовувати основні поняття та методи теоретичної механіки до розв'язування фізичних задач			
3	комунікація	лекційні і практичні заняття		до 5
3.1	здатність кваліфіковано проявляти комунікативність як в усній так і письмовій формах, підбирати правильну термінологію			
4	автономність та відповідальність	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи, виконання завдань для самостійної роботи	до 5
4.1	здатність до самостійного пошуку наукової літератури або інших джерел інформації для розв'язання поставленого завдання, здатність			

самостійно виконувати завдання, розв'язувати практичні задачі та відповідати за результати своєї діяльності				
---	--	--	--	--

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни (код)	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	4.1
	Програмні результати навчання (назва)							
знання								
ПРН-1. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.	+	+	+	+	+	+		
ПРН-2. Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики.	+	+	+	+	+	+	+	
ПРН-8. Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем.							+	

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання студентів: рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами написання письмових контрольних робіт і за результатами виконання самостійних завдань. Вклад результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні і успішної здачі всіх модульних контрольних робіт наступний:

- результати навчання 1.1 – 1.2 [**знання**] до 45 %;
- результат навчання 2.1 – 2.2 [**вміння**] – до 45%;
- результат навчання 3.1 [**комунікація**] – до 5%;
- результат навчання 4.1 [**автономність та відповідальність**] – до 5%.

Форми оцінювання студентів:

- **семестрове оцінювання:** у навчальному семестрі передбачено проведення двох письмових контрольних робіт за матеріалом лекційних занять (МКР-1, МКР-2). Модульна контрольна роботи зараховується, якщо студент за даний модуль набрав не менше 5 балів. За кожен модульну контрольну роботу нараховується максимум по 15 балів. По результатах семестрового оцінювання студент може отримати до 60 балів. Умови допуску до іспиту: студент повинен мати зарахованими всі модульні контрольні роботи та набрати під час семестру не менше за 20 балів.
- **підсумкове оцінювання у другому семестрі (у формі іспиту):** форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет іспиту складається із 3 питань, перше і друге питання оцінюються по 13 балів, третє – по 14 балів. Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, оцінка за іспит не може бути меншою 20 балів.
- **умови допуску до підсумкового іспиту:** умовою допуску до іспиту є отримання студентом сумарно не менше, аніж *критично-розрахунковий мінімум 20 балів* за семестр. Студенти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум 20 балів, для одержання допуску до іспиту обов'язково повинні написати на необхідну порогову кількість балів додаткову контрольну роботу.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі модульних контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу” від 1 жовтня 2010 року.

7.2. Організація оцінювання:

Оцінювання за формами контролю:

Семестрова робота	Кількість балів	
	Мін – 0	Макс – 15
Модульна контрольна робота 1	0	15
Модульна контрольна робота 2	0	15

Орієнтований графік оцінювання:

	<i>Орієнтовний період для здійснення відповідної форма оцінювання</i>
Модульна контрольна робота 1	жовтень
Модульна контрольна робота 2	листопад
Добір балів/додаткова контрольна робота	грудень
Іспит	грудень

Розрахунок балів, які студент отримує при успішній здачі іспиту:

	Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	10	10	40	60
Максимум	30	30	40	100

7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
Відмінно / Excellent	90-100%
Добре / Good	75-89%
Задовільно / Satisfactory	60-74%
Незадовільно / Fail	0-59%

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота
Змістовий модуль 1. Рух матеріальних точок				
1.	Основні постулати Ньютона.		0	3
2.	Принцип Гамільтона і рівняння Лагранжа.	2	1	3
3.	Узагальнення методу Лагранжа.	2	1	3
4.	Закони збереження.	2	1	3
5.	Одновимірний рух матеріальної точки.	2	1	3
6.	Одновимірний рух матеріальної точки за наявності сил тертя.	2	1	3
7.	Вимушені коливання. Нелінійне тертя.	2	1	3

8.	Коливання систем з багатьма ступенями вільності.		0	3
	Всього за модуль 1	12	6	24
Змістовий модуль 2. Інтегрованість динамічних систем				
9.	Інтегрованість динамічних систем.	2	1	2
10.	Інтегрованість у центральному полях.	2	1	2
11.	Задача двох тіл. Розсіювання частинок.	2	1	2
12.	Кінематика і динаміка руху твердого тіла.	2	1	2
13.	Параметризації обертального руху твердого тіла.	2	1	2
14.	Дзиги.	0	0	2
15.	Рух у неінерціальних системах відліку.	0	0	3
16.	Рівняння Гамільтона.	2	1	2
17.	Метод Гамільтона – Якобі.	2	1	2
18.	Гамільтонові інтегровані системи. Змінні “дія – кут”.	4	1	2
	Всього за модуль 2	18	8	21
	Всього	30	14	45

Загальний обсяг **90** год., у тому числі:

Лекцій – **30** год.

Практичні – **14** год.

Консультація – **1** год.

Самостійна робота – **45** год.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

Основна

[1] Гаральд Іро. Класична механіка. Львів, 1999.

[2] Г.Голдстейн. Классическая механика. М.: Наука, 1975.

[3] А.Ф. Федорченко. Классическая механика. Киев, “Вища школа”, 1983.

[4] Л.Г. Гречко, В.И. Сугаков, О.Ф. Томасевич, А. М. Федорченко. Сборник задач по теоретической физике. М.: “Высшая школа”, 1984.

[5] Б.О. Иванов, М.В. Максюта. Задачі з класичної механіки для самостійної роботи студентів. К.: Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2004.

[6] Б.О. Иванов, М.В. Максюта. Навчальний посібник “Конспект лекцій із теоретичної механіки”. К.: Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2012.

<http://matphys.rpd.univ.ua/downloads/courses/theormech/IvanovMaksyuta.pdf>.

Додаткова

[7] Л.Д. Ландау, Е.М.Лифшиц. Механика. М.: Наука, 1988.

[8] К.С. Карплюк. Механіка. К.: РВЦ “Київський університет”, 1998.

[9] М.В. Максюта. Методична розробка для самостійної роботи студентів “Додатковий матеріал до курсу лекцій з теоретичної механіки”, КНУ РФФ, 2006.