

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ТЕОРІЯ КАЛІБРУВАЛЬНИХ ПОЛІВ»



Ступінь освіти	бакалавр
Освітня програма	Фізика
Тривалість викладання	12 чверть
Заняття:	Весняний семестр
лекції:	2 години
практичні заняття:	1 година
Мова викладання	українська

Сторінка курсу в СДО НТУ «ДП»: <https://do.nmu.org.ua/course/view.php?id=2066>

Кафедра, що викладає Фізики

Інформація про викладача:

Дмитрієв Микита Сергійович	доцент, Ph.D.
Персональна сторінка	
Е-пошта:	Dmytriev.M.S@nmu.one

1. Анотація до курсу

Курс «Вступ до нелінійної динаміки» охоплює фундаментальні концепції та методи дослідження динамічних систем, у еволюції яких присутній детермінований хаос. Основна увага приділяється аналізу рівнянь Гамільтона, фазового простору, детермінованого хаосу, інтегралів руху, теореми Пуанкаре-Ліувілля, канонічних перетворень, змінних дія-кут, інваріантних торів та теореми Колмогорова-Арнольда-Мозера (КАМ).

Студенти ознайомляться з основами теорії хаосу, аналізом стійкості динамічних систем, дискретними перетвореннями та їхнім зв'язком із хаотичною поведінкою. Окрема увага приділяється застосуванню цих понять у фізичних системах, включаючи приклади руху тіл у Сонячній системі та рух подвійного маятника.

Курс розрахований на студентів бакалаврату за спеціальністю «Фізика та астрономія» та спрямований на формування компетенцій у застосуванні фізичних методів для моделювання та аналізу складних динамічних систем. Форма контролю — іспит.

2. Мета та завдання курсу

Мета дисципліни – формування у студентів фундаментальних знань, навичок та компетенцій у розділі сучасної фізики, що вивчає нелінійну динаміку та детермінований хаос.

Завдання курсу:

- Ознайомлення з основами нелінійної динаміки та теорії хаосу.
- Дослідження детермінованого хаосу та його проявів у фізичних системах.

- Аналіз прикладів, коли справедлива теорема Колмогорова-Арнольда-Мозера
- Використання математичних методів для дослідження стійкості динамічних систем.
- Аналіз дискретних перетворень та їхніх хаотичних властивостей
- Розв'язування задач із нелінійної динаміки та аналізу хаотичних явищ
- Використання спеціалізованого програмного забезпечення для моделювання динамічних процесів

3. Результати навчання

Розуміння основних понять нелінійної динаміки – фазовий простір, рівняння Гамільтона, детермінований хаос, інтеграли руху, інваріантні тори, теорема Колмогорова-Арнольда-Мозера. Знання фундаментальних принципів теорії хаосу – властивості чутливої залежності від початкових умов, показники Ляпунова, ентропія динамічних систем. Розуміння зв'язку нелінійної динаміки з іншими розділами фізики – класичною механікою, квантовою механікою, астрофізикою, електродинамікою тощо.

4. Структура курсу

ЛЕКЦІЇ

1 Рівняння Гамільтона. Фазовий простір. Визначення детермінованого хаосу

- 1.1. Рівняння Гамільтона для фазових змінних
- 1.2. Фазовий простір та фазовий потік
- 1.3. Детермінований хаос. Приклади хаотичних систем

2 Інтеграли руху. Теорема Пуанкаре-Ліувіля

- 2.1. Інтеграли руху
- 2.2. Теорема Пуанкаре-Ліувіля
- 2.3. Інваріанти Пуанкаре

3. Системи що мають ознаки детермінованого хаосу

- 3.1 Ротатор на який діє сила тертя
- 3.2. Дискретні перетворення що мають ознаки детермінованого хаосу
- 3.3. Показник Ляпунова для дискретних відображень
- 3.4. Ентропія дискретного відображення

4. Канонічні перетворення. Змінні дія-кут

- 4.1. Канонічні перетворення
- 4.2. Змінні дія-кут

5. Інваріантні тори. Теорема Колмогорова-Арнольда-Мозера

- 5.1. Задача про стійкість траєкторій руху тіл у Сонячній системі
- 5.2. Інваріантні тори
- 5.3. Теорія збурень у класичній механіці. Малі знаменники у членах рядів теорії збурень
- 5.4. Більш та менш ірраціональні числа. Найбільш ірраціональне число

5.5. Теорема Колмогорова-Арнольда-Мозера (КАМ)

6. Приклади виконання теореми КАМ у механічних системах

6.1 Одновимірна механічна система

6.2 Подвійний маятник

6.3 Стійкі та нестійкі фазові траєкторії для механічних систем різної розмірності

6.4 Теорема Пуанкаре-Біркгофа

5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення

Необхідний доступ до системи дистанційного навчання НТУДП. На практичних заняттях необхідна наявність калькуляторів.

6. Система оцінювання та вимоги

6.1. Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче:

Рейтингова шкала	Інституційна шкала
90 – 100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

6.2. Оцінка виставляється на основі індивідуальних завдань, заліку та екзамену. Максимальний бал за кожне індивідуальне завдання складає 60 балів (3 теоретичні задачі по 20 балів).

Критерії оцінювання

Реальні результати навчання студента ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою критеріїв, що описують дії студента для демонстрації досягнення результатів навчання.

Для оцінювання виконання контрольних завдань під час поточного контролю лекційних і практичних занять в якості критерія використовується коефіцієнт засвоєння, що автоматично адаптує показник оцінки до рейтингової шкали:

$$O_i = 100 a/m,$$

де a – число правильних відповідей або виконаних суттєвих операцій відповідно до еталону рішення; m – загальна кількість запитань або суттєвих операцій еталону.

Зміст критеріїв спирається на компетентнісні характеристики, визначені НРК для бакалаврського рівня вищої освіти (подано нижче).

Загальні критерії досягнення результатів навчання

Для 6-го кваліфікаційного рівня за НРК

	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
Знання		

	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
– спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері професійної діяльності або галузі знань і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у галузі та на межі галузей знань	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: <ul style="list-style-type: none"> – спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень; – критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей 	95-100
	Відповідь містить не грубі помилки або описки	90-94
	Відповідь правильна, але має певні неточності	85-89
	Відповідь правильна, але має певні неточності й недостатньо обґрунтована	80-84
	Відповідь правильна, але має певні неточності, недостатньо обґрунтована та осмислена	74-79
	Відповідь фрагментарна	70-73
	Відповідь демонструє нечіткі уявлення студента про об'єкт вивчення	65-69
	Рівень знань мінімально задовільний	60-64
Рівень знань незадовільний	<60	
Уміння/навички		
– спеціалізовані уміння/навички розв'язання проблем, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур; – здатність інтегрувати знання та розв'язувати складні задачі у широких або мультидисциплінарних	Відповідь характеризує уміння: <ul style="list-style-type: none"> – виявляти проблеми; – формулювати гіпотези; – розв'язувати проблеми; – оновлювати знання; – інтегрувати знання; – провадити інноваційну діяльність; – провадити наукову діяльність 	95-100
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності з не грубими помилками	90-94
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	74-79
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-73

	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
лінарних контекстах; – здатність розв’язувати проблеми у нових або незнайомих середовищах за наявності неповної або обмеженої інформації з урахуванням аспектів соціальної та етичної відповідальності	неточності при реалізації чотирьох вимог	
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
	Рівень умінь/навичок незадовільний	<60
<i>Комунікація</i>		
– зрозуміле і недвозначне донесення власних знань, висновків та аргументації до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються	Зрозумілість відповіді (доповіді). <i>Мова:</i> <ul style="list-style-type: none"> – правильна; – чиста; – ясна; – точна; – логічна; – виразна; – лаконічна. <i>Комунікаційна стратегія:</i> <ul style="list-style-type: none"> – послідовний і несуперечливий розвиток думки; – наявність логічних власних суджень; – доречна аргументації та її відповідність відстоюваним положенням; – правильна структура відповіді (доповіді); – правильність відповідей на запитання; – доречна техніка відповідей на запитання; – здатність робити висновки та формулювати пропозиції; – використання іноземних мов у професійній діяльності 	95-100
	Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами	90-94
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)	85-89

	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)	80-84
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)	74-79
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)	70-73
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)	65-69
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)	60-64
	Рівень комунікації незадовільний	<60
<i>Відповідальність і автономія</i>		
<ul style="list-style-type: none"> – управління робочими або навчальними процесами, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів; – відповідальність за внесок до професійних знань і практики та/або оцінювання результатів діяльності команд та колективів; – здатність продовжувати навчання з високим ступенем автономії 	Відмінне володіння компетенціями: <ul style="list-style-type: none"> – використання принципів та методів організації діяльності команди; – ефективний розподіл повноважень в структурі команди; – підтримка врівноважених стосунків з членами команди (відповідальність за взаємовідносини); – стресовитривалість; – саморегуляція; – трудова активність в екстремальних ситуаціях; – високий рівень особистого ставлення до справи; – володіння всіма видами навчальної діяльності; – належний рівень фундаментальних знань; – належний рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок 	95-100
	Упевнене володіння компетенціями відповідальності і автономії з незначними хибами	90-94
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано дві вимоги)	85-89
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано три вимоги)	80-84
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано чотири вимоги)	74-79
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано п'ять вимог)	70-73
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності	65-69

	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
	і автономії (не реалізовано шість вимог)	
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (рівень фрагментарний)	60-64
	Рівень відповідальності і автономії незадовільний	<60

7. Політика курсу

7.1. Політика щодо академічної доброчесності

Академічна доброчесність здобувачів вищої освіти є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). Політика щодо академічної доброчесності регламентується положенням "Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті "Дніпровська політехніка". http://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us_documents/System_of_prevention_and_detection_of_plagiarism.pdf.

У разі порушення здобувачем вищої освіти академічної доброчесності (списування, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

7.2. Комунікаційна політика

Здобувачі вищої освіти повинні мати активовану університетську пошту.

Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту.

7.3. Політика щодо перескладання

Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

7.4 Політика щодо оскарження оцінювання

Якщо здобувач вищої освіти не згоден з оцінюванням його знань він може опротестувати виставлену викладачем оцінку у встановленому порядку.

7.5. Відвідування занять

Для здобувачів вищої освіти денної форми відвідування занять є обов'язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, участь в університетських заходах, академічна мобільність, які необхідно підтверджувати документами. Про відсутність на занятті та причини відсутності здобувач вищої освіти має повідомити викладача або особисто, або через старосту.

За об'єктивних причин (наприклад, міжнародна мобільність) навчання може відбуватись в онлайн формі за погодженням з керівником курсу.

7.6. Бонуси

За активність та правильні відповіді на лекційних та практичних заняттях студент може отримати до +2 балів до семестрової оцінки на кожному занятті.

8 Рекомендовані джерела інформації

1. Gregory L. Baker, Jerry P. Gollub. Chaotic Dynamics: An Introduction. – Cambridge University Press. – 1990
2. Tamás Tél, Márton Gruiz. Chaotic Dynamics: An Introduction Based on Classical Mechanics – Cambridge University Press. – 2006.

3. S
t
e
v
e
n

H

.

S

t

r

o

g

a

t

z

.

N

o

n

l

i

n

e

a

r

d

y

n

a

m

i

c

s

a

n