



Чисельно-аналітичні та якісні методи дослідження нелінійних динамічних систем

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	<i>11 Математика та статистика</i>
Спеціальність	<i>111 Математика</i>
Освітня програма	<i>Математика</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЄКТС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен</i>
Розклад занять	<i>rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Д. ф.-м. н. професор Швець О.Ю.</i>
Розміщення курсу	<i>Сайт ФМФ chaos.kpi.ua</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Цілі дисципліни	<i>Метою дисципліни є ознайомлення майбутніх фахівців-математиків з чисельно-аналітичними та якісними методами дослідження динамічних систем. Набуті знання дозволять аспірантам розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та дослідницької діяльності</i>
Компетентності	<i>ФК1: здатність самостійно виконувати науково-дослідну діяльність у галузі математики та статистики з використанням сучасних теорій, методів та інформаційно-комунікаційних технологій; ФК2: здатність адаптувати і узагальнювати результати сучасних досліджень в галузі математики та статистики для вирішення наукових і практичних проблем; ФК4: здатність до оцінки адекватності математичної моделі об'єкту за допомогою аналітичного дослідження та імітаційного моделювання.</i>
Програмні результати навчання	<i>РН1 Знати сучасні тенденції, напрямки, наукові концепції та закономірності розвитку світової та вітчизняної науки, основні математичні та статистичні наукові школи, їх теоретичні та прикладні розробки РН2 Володіти найбільш передовими концептуальними та методологічними знаннями в галузі науково-дослідної та професійної діяльності і на межі предметних галузей РН14 Уміти розв'язувати теоретичні та прикладні математичні проблеми з використанням базових знань математики та статистики та базових загальних знань з різних природничих та соціальних наук РН17 Уміти адаптувати, інтерпретувати та узагальнювати результати сучасних математичних та статистичних досліджень для розв'язання теоретичних та прикладних проблем</i>

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Освітній компонент " Регулярна та хаотична динаміка маятникових і електропружних систем " є одним із курсів професійної підготовки докторів філософії спеціальності "Математика" необхідних для написання дисертації третього освітньо-кваліфікаційного рівня .

Цей курс підсумовує раніше прочитані спеціальні дисципліни в напрямку динамічні системи і дає систематизоване детальне викладання сучасної теорії біфуркації її численних теоретичних та практичних застосувань. Ця дисципліна має глибокі логічні зв'язки з попередніми дисциплінами навчального плану підготовки бакалаврів, магістрів та докторів філософії, такими як «Диференціальні рівняння», «Динамічні системи», «Детермінований хаос», «Аналітичні та комп'ютерні методи дослідження динамічних систем з запізненням».

3. Зміст навчальної дисципліни

Кредитний модуль включає наступні теми

Розділ 1. Чисельно-аналітичні методи

Тема 1.1. Метод Балтазара ван дер Поля

Тема 1.2. Метод усереднення Боголюбова-Митропольського

Тема 1.3. Обґрунтування методу усереднення. Перша й друга теореми Боголюбова.

Тема 1.4. Застосування методу усереднення для дослідження стійкості верхнього положення рівноваги маятника з вібруючою точкою підвісу

Тема 1.5. Усереднення за швидким часом

Тема 1.6. Усереднення в системах з запізнюванням. Теорема Халаная

Тема 1.7. Знаходження періодичних розв'язків динамічних систем за допомогою чисельно аналітичного методу Самойленка-Мартинюка

Тема 1.8. Чисельний метод Ейлера

Тема 1.9. Загальне формулювання методів Рунге-Кутти

Тема 1.10. Методи Рунге-Кутти 4 і 5 порядків з постійним кроком чисельного інтегрування

Тема 1.11. Методи Рунге-Кутти зі змінним кроком чисельного інтегрування

Тема 1.12. Оцінка похибки й збіжність методів Рунге-Кутти

Розділ 2. Якісні методи дослідження грубих періодичних траєкторій

Тема 2.1. Відображення Пуанкаре. Мультиплікатори.

Тема 2.2. Невироджені одновимірні та двовимірні відображення

Тема 2.3. Нерухомі точки сідлового типу. Інваріантні многовиди

Тема 2.4. Нормальні координати в околі періодичної траєкторії

Тема 2.5. Автономні нормальні форми

Розділ 3. Якісні методи дослідження центральних многовидів

Тема 3.1. Зведення на центральний многовид

Тема 3.2. Теорема про інваріантне шарування

Тема 3.3. Теорема про центральний многовид для гомоклінічної петлі

Заплановано семінарські заняття та комп'ютерні практикуми для поглибленого вивчення окремих розділів курсу.

Навчальні матеріали та ресурси

1. Базова література

1. Митропольский Ю.А. Метод усреднения в нелинейной механике, Киев, Наукова думка, 1971.
2. Митропольский Ю.А., Самойленко А.М., Мартынюк Д.И. Системы эволюционных уравнений с периодическими и условно-периодическими коэффициентами, Киев, Наукова думка, 1984.
3. Hairer E., Norsett S.P., Wanner G. Solving ordinary differential equations. Nonstiff problems. SpringerVerlag, Berlin, 1987.
4. Shilnikov L.P., Shilnikov A.L., Turaev D.V., Chua L.O. Methods of Qualitative Theory in Nonlinear Dynamics, World Scientific, Singapore-New Jersey, 2003.

2. Допоміжна література

5. Боголюбов Н.Н., Митропольский Ю.А. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний, М. Наука, 1974.
6. Dormand J .R., Prince P.J. New Runge-Kutta algorithms for numerical simulation in dynamical systems, Celestial Mechanics, 18, 1978.
7. Самойленко А.М., Перестюк М.О., Парасюк І.О. Диференціальні рівняння, Либідь, 2003.

8. Шапайн Л.Ф., Гладвел И и др. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений с использованием Matlab, Лань, 2009.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Основні теми навчального плану можуть бути освоєні за допомогою електронного конспекту лекцій розміщеного на сайті ФМФ chaos.kpi.ua

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Вивчення дисципліни включає наступні види самостійної роботи:

- підготовка до семінарських занять комп'ютерних практикумів,
- виконання курсової роботи,
- виконання модульної контрольної роботи.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Рекомендовані методи навчання: вивчення основної та допоміжної літератури за тематикою лекцій, розв'язування проблемних задач на семінарських заняттях, комп'ютерних практикумах та при виконанні домашніх робіт. Важливим аспектом якісного засвоєння матеріалу, відпрацювання методів та алгоритмів вирішення основних завдань дисципліни є самостійна робота. Вона містить читання літератури, огляд літератури за темою, підготовку до занять та до іспиту.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: фронтальний (усний, письмовий), МКР, РГР.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Рейтингова система оцінювання включає всі види тестування: контрольні роботи, якість виконання РГР. Кожний аспірант отримує свій підсумковий рейтинг по дисципліні.

Рейтинг аспіранта з кредитного модуля складається з балів, які він отримує за:

- написання модульної контрольної роботи;
- виконання курсової роботи;
- відповіді на екзамені.

Система рейтингових (вагових) балів та критеріїв оцінювання:

Метод оцінювання	Кількість	Мінімальна оцінка в балах	Максимальна оцінка в балах
Модульна контрольна робота	1	12	20
Курсова робота	1	18	30
Стартовий рейтинг		30	50
Іспит	1		50

**Підсумковий
рейтинг**

60

100

Сума стартових балів та балів за екзамен переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Стартовий рейтинг менше 30 балів	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професором кафедри МФ та ДР, докт. фіз.-мат. наук, професором Швецем О.Ю.

Ухвалено кафедрою МФ та ДР (протокол № 11 від 22.06. 2023р.)

Погоджено Методичною комісією ФМФ (протокол № 13 від 22.06.2023 р.)