

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Механіко-математичний факультет

Кафедра теоретичної та прикладної механіки



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник декана
навчальної роботи

Харитонов О.М.

«27» серпня 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Спеціалізовані системи комп'ютерного
моделювання в механіці

для магістрів

галузь знань 11 «Математика та статистика»
спеціальність 113 «Прикладна математика»
освітній рівень другий (магістр)
освітня програма «Комп'ютерна механіка»
вид дисципліни обов'язкова

Форма навчання денна
Навчальний рік 2020/2021
Семестр 2
Кількість кредитів ECTS 3
Мова викладання, навчання та оцінювання українська
Форма заключного контролю іспит

Викладачі: Маципура Володимир Тимофійович, доктор фізико-математичних наук,
професор

Пролонговано: на 20/20 н.р. «27» серпня 20 р.
на 20/20 н.р. () « » 20 р.

КИЇВ – 2020

Розробники: Маципура Володимир Тимофійович, доктор фізико-математичних наук,
професор

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри _____

 (Жук Я. О.)

Протокол № 1 від «28» серпня 2020 року

Схвалено науково-методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол від «31» серпня 2020 року № 1

Голова науково-методичної комісії  професор, д.ф.-м.н. Олійник А.С.

«31» серпня 2020 року

1. Мета дисципліни – ознайомлення студентів з поняттям фракталу та мультифрактальним аналізом складних сигналів, котрі несуть в собі інформацію про досліджуваній об'єкт. Поняття фракталу виросло в нову математичну модель, котра дає єдиний опис властивостей, що притаманні багатьом природним явищам. Цим пояснюється сучасна популярність фрактального підходу до аналізу різних об'єктів. Звичайно, фрактальний аналіз складних об'єктів не являється універсальним, але він виявляється корисним при аналізі широкого класу реальних процесів, котрі володіють властивістю самоподібності. Слід особливо відзначити, що становлення науки про фрактали стало можливим завдяки інтенсивному розвитку обчислювальної техніки. Можна стверджувати, що без обчислювальної техніки науки про фрактали, в сучасному її представленні, не існувало б. Фактично фрактальний підхід стає спеціалізованою системою виявлення тонкої структури складного об'єкту.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. *Знати:* основні поняття теорії комплексної змінної.
2. *Вміти:* розв'язувати алгебраїчні рівняння.
3. *Володіти елементарними навичками:* написання програм для ЕОМ і роботи з комп'ютером.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна «Спеціалізовані системи комп'ютерного моделювання в механіці» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «магістр» галузі знань 11 «Математика та статистика» спеціальності 113 «Прикладна математика» освітньої програми «Комп'ютерна механіка».

Дана дисципліна входить до групи обов'язкових дисциплін. Курс «Спеціалізовані системи комп'ютерного моделювання в механіці» знайомить з основними відомостями про фрактали та мультифрактали, з можливістю застосування ідеї фрактальності в дослідженні явищ природи. Курс складається з *двох змістових модулів*. *Перший* присвячений ознайомленню з поняттями фракталу, фрактальної розмірності, мультифракталу. *Другий* – присвячений застосуванню мультифрактального підходу до аналізу складних сигналів (як модельних, так і реальних експериментальних даних).

Викладається у 2 семестрі в **обсязі – 90 год. (4 кредити ECTS¹)** зокрема: *лекції – 20 год., лабораторні – 8 год., консультації – 2 год, самостійна робота – 60 год.* У курсі передбачено **2 змістових модулі і модульний колоквиум**. Завершується дисципліна – **іспитом**.

4. Завдання (навчальні цілі):

ознайомлення студентів з: математичною термінологією фрактального підходу, котрий являє собою спеціалізованою системою виявлення тонкої структури складного об'єкту, самоподібністю, як математичним поняттям і природним явищем, поняттям фракталу та мультифракталу, методами DFA і MF-DFA, дослідженням фрактальних властивостей реальних біологічних сигналів, а саме, шуму дихання і серцевого ритму людини; формування здатності розв'язувати складні задачі та практичні проблеми, котрі пов'язані з фрактальними явищами, що передбачає застосування теорій та методів математики та теорії фракталів і характеризується наявністю знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у хвилевій механіці, відповідно до освітнього рівня «Магістр». Зокрема, професійне оволодіння компетентностями:

- 1) Здатність учитися, здобувати нові знання, уміння, у тому числі в галузях, відмінних від хвилевої механіки (ЗК-1);
- 2) Здатність використовувати у професійній діяльності знання з галузей математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук (ЗК-2);

¹ кредитів ECTS – кредит кратний 30 годинам

- 3) Здатність вирішувати проблеми у професійній діяльності на основі абстрактного мислення, аналізу, синтезу та прогнозу (ЗК-3);
- 4) Здатність спілкуватися державною мовою і усно, і письмово (ЗК-8);
- 5) Здатність грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування (ЗК-10);
- 6) Здатність критично оцінювати та переосмислювати власний і чужий досвід, аналізувати свою професійну й соціальну діяльність (ЗК-11);
- 7) Знання на рівні новітніх досягнень, необхідні для дослідницької та/або інноваційної діяльності у сфері прикладної математики і комп'ютерної механіки та їх практичних застосувань (ФК-1);
- 8) Спроможність розуміти проблеми та виділяти їхні суттєві риси (ФК-4);
- 9) Спроможність розробляти математичну модель ситуації з реального світу та переносити математичні знання у нематематичні контексти (ФК-5);
- 10) Здатність доводити знання та власні висновки до фахівців та нефаківців (ФК-6);
- 11) Здатність самостійно розробляти проекти шляхом творчого застосування існуючих та генерування нових ідей прикладної та теоретичної механіки та механіки суцільних середовищ(ФК-7);
- 12) Здатність до розвитку нових та удосконалення існуючих методів аналізу, моделювання, прогнозування, розв'язування нових проблем у нових галузях знань (ФК-8);
- 13) Здатність до самоосвіти та підвищення кваліфікації на основі інноваційних підходів у сфері прикладної математики (ФК-10);
- 14) Володіння знаннями та здатність ініціювати й проводити наукові дослідження у спеціалізованій області прикладної математики (ФК-12).

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (РН) (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація.)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумков ій оцінці з дисциплін и
Код	Результат навчання (Формуються розробником)			
	Студент повинен знати:			
РН 1.1	Знати поняття фракталу, фрактальної розмірності і її визначення для відомих регулярних фракталів.	<i>Лекція, лаборатор не заняття</i>	<i>Активна робота на лекції, усні відповіді, модульна контрольна робота 1 (60% правильних відповідей), іспит</i>	18%
РН 1.2	Знати поняття мультифракталу, мультифрактальний спектр міри, функція Рені, формули мультифрактального формалізму.			12%
РН 1.3	Знати основні відомості з теорії випадкових функцій, модель броунівського сигналу, модель узагальненого броунівського сигналу, різнобарвні шуми.			7%
	Студент повинен вміти:			
РН 2.1	Вміти реалізувати алгоритми побудови фрактальних сигналів: метод серединного зміщення і метод Фуре-фільтрації. Метод MF-DFA	<i>Лаборатор не заняття, самостійн а робота</i>	<i>Модульна контрольна робота 1 (60% правильних відповідей), розв'язання задач на лабораторних</i>	23%

			<i>заняттях, виконання завдань винесених на самотійну роботу, іспит</i>	
PH 2.2	Вміти за допомогою EOM провести на основі методу MF-DFA мультифрактальний аналіз реальних часових рядів.		<i>Модульна Контрольна робота 2 (60% правильних відповідей), розв'язання задач на лабораторних заняттях, виконання завдань винесених на самотійну роботу, іспит</i>	15%
	Комунікація:			
PH 3.1	Здатність обґрунтовувати власний погляд на задачу та формулювати робочі гіпотези, спілкуватися з колегами з питань застосування математичних методів та теорій	<i>Лекція, лаборатор не заняття</i>	<i>Активна робота на лекції, лабораторних заняттях, усні відповіді</i>	5%
PH 3.2.	Вироблення навиків командної роботи			5%
	Автономність та відповідальність:			
PH 4.1	самотійно шукати та критично опрацьовувати літературу із відповідних досліджень, вільно володіти методами обробки, аналізу та синтезу наукової інформації	<i>Самостійн а робота</i>	<i>Виконання завдань винесених на самотійну роботу</i>	5%
PH 4.2	виробляти критичне відношення до існуючих варіантів інтерпретації і вирішення моральних дилем, морально-професійних і морально-психологічних проблем і конфліктів, в сучасних практиках професійної і корпоративної діяльності; формувати власні підходи до вирішення даної проблематики			5%
PH 4.3	усвідомлювати відповідальність за достовірність, об'єктивність та політико-ідеологічну незаангажованість отриманих висновків стосовно проведених досліджень і пояснень щодо аналізу професійних і корпоративних культур			5%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни Програмні результати навчання	РН 1.1	РН 1.2	РН 1.3	РН 2.1	РН 2.2	РН 3.1	РН 3.2	РН 4.1	РН 4.2	РН 4.3
КС 1 демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій фундаментальної та прикладної математики і використовувати їх на практиці;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
КС 2 володіти основними положеннями та методами механіки, чисельними методами, методами дослідження операцій, методами комп'ютерного моделювання;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
КС 3 формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення; розв'язувати отримані задачі аналітичними та чисельними методами, оцінювати точність та достовірність отриманих результатів;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
КС 5 будувати ефективні щодо точності обчислень, стійкості, швидкодії та витрат системних ресурсів алгоритми для чисельного дослідження математичних моделей та розв'язання практичних задач;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ЦМС 1 виявляти здатність до самонавчання та професійного розвитку;	+	+	+	+	+	+			+	+
ЦМС 2 уміти організувати власну діяльність та одержувати результат у рамках обмеженого часу;	+	+	+	+	+	+			+	+
ЦМС 4 уміти здійснювати збір, опрацювання, аналіз, систематизацію науково-технічної інформації, уникаючи при цьому плагіату;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ЦМС 5 ефективно спілкуватися з питань інформації, ідей, проблем та рішень зі спеціалістами та суспільством загалом;	+	+	+	+	+	+	+			
ЦМС 7 демонструвати навички професійного спілкування, включаючи усну та письмову комунікацію українською мовою та принаймні ще однією з поширених європейських мов.							+	+	+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1. Форми оцінювання студентів:

- оцінювання впродовж навчального періоду:

1. Активна робота на лекції, усні відповіді: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН3.1, РН3.2 – 10 балів/6 балів;
 2. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: РН2.1, РН2.2, РН4.1, РН4.2, РН4.3 – 20 балів/11 балів;
 3. Модульна контрольна робота 1: РН1.1, РН1.2, РН2.1 – 10 балів/6 балів;
 4. Модульна контрольна робота 2: РН1.3, РН2.2 – 10 балів/6 балів;
 5. Розв'язання задач на лабораторних заняттях: РН2.1, РН2.2, РН3.1, РН3.2, – 10 балів/6 балів;
- Разом має бути 60 балів/35 балів;

- підсумкове оцінювання: іспит;

- максимальна кількість балів, які можуть бути отримані: 40 балів;
- результати навчання, які будуть оцінюватись: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН2.1, РН2.2;
- форма проведення і види завдань: письмова робота та усна співбесіда..

7.2. Організація оцінювання:

Активна робота на лекціях передбачає присутність на лекції, уважне прослуховування лекційного матеріалу, відповіді на питання, що задаються лектором під час лекції, задання питань лектору з метою роз'яснення матеріалу, участь в дискурсах, що ініціюються лектором, чи слухачами на протязі лекції, коментування матеріалу лекції та оцінка якості донесення матеріалу лектором.

Самостійна робота передбачає виконання завдань, що надаються лектором, пошук та робота з додатковою літературою по заданій темі, читання наукової та науково-популярної літератури.

Критично-розрахунковий мінімум балів за навчання впродовж семестру становить **20** балів, рекомендований мінімум, розрахований з урахуванням специфіки дисципліни становить **35** балів. Студенти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів ніж рекомендований мінімум **35** балів для підвищення балів отримують можливість написати додаткову контрольну роботу та мати домашні завдання. Студенти, які набрали впродовж семестру та за рахунок додаткових етапів оцінювання сумарно меншу кількість балів ніж критично-розрахунковий мінімум – **20** балів, до складання іспиту не допускаються.

Форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет складається із 3 завдань, перші два з яких є теоретичними, третє — задача. Теоретичні завдання оцінюються від 0 до 10 балів кожне, практичні завдання оцінюються від 0 до 13 балів кожне. Додатково від 0 до 7 балів студент отримує за усне опитування. Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів. Мінімальна кількість балів, які додаються до семестрових – 24 бали.

Терміни проведення форм оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1: на 5-му тижні семестру.
2. Модульна контрольна робота 2: на 9-му тижні семестру
3. Оцінювання завдань самостійної роботи
за РН2.1 на 8-му тижні семестру,
за РН2.2 на 11-му тижні семестру.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі форм контролю здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка” (2018), <http://www.univ.kiev.ua/pdfs/official/Organization-of-the-educational-process.pdf>.

7.3. Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних і лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	У тому числі		
		Лекції	Лабораторні заняття	Самостійна робота
1	Фрактали	4	2	20
2	Мультифрактали	6	2	10
3	Сигнали з фрактальними властивостями	4	2	10
4	Фрактальний та мультифрактальний аналіз реальних сигналів	6	2	20
	Всього	20	8	60

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

Лекцій – 20 год.

Лабораторні заняття – 8 год.

Консультацій – 2 год.

Самостійної роботи – 60 год.

9. Рекомендовані джерела:

Основні:

1. *Гринченко В. Т., Мацыпура В. Т., Снарский А. А.* Фракталы: от удивления к рабочему инструменту. – Киев : Наукова думка, 2013. – 270 с.
2. *Божокин С. В., Паршин Д. А.* Фракталы и мультифракталы. – Ижевск : НИЦ «РХД», 2001. – 128 с.
3. *Павлов А. Н., Анищенко В. С.* Мультифрактальный анализ сложных сигналов // УФН. – 2007. – **177**, № 8. – С. 859–876.

Додаткові:

1. *Вовк И. В., Гринченко В. Т., Мацыпура В. Т.* Природа шумов дыхания и их мультифрактальные свойства // Акустический журнал. – 2013. – **59**, № 5. – С. 636–647.
2. *Голдбергер Э., Ригни Д., Уэст Б.* Хаос и фракталы в физиологии человека // В мире науки. – 1990. – № 4. – С. 25–32.
3. *Пайтген Х.-О., Рихтер П. Х.* Красота фракталов. – М. : Мир, 1993. – 176 с.
4. *Федер Е.* Фракталы. – М. : Мир, 1991. – 260 с.
5. *Юргенс Х., Пайтген Х.-О., Зауне Д.* Язык фракталов // В мире науки. – 1990. – № 10. – С. 36–44.