

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

МЕХАНІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра геометрії, топології і динамічних систем



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник декана
з навчальної роботи

Харитонов О.М.

серпень 20 20 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Динамічні системи

для студентів

галузь знань

11 «Математика та статистика»

спеціальність

111 «Математика»

освітній рівень

перший (бакалавр)

освітня програма

«Комп'ютерна математика»

вид дисципліни

обов'язкова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2020/2021_
Семестр	8
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач: Парасюк Ігор Остапович, д.ф.м.н., професор, завідувач кафедри геометрії, топології і динамічних систем

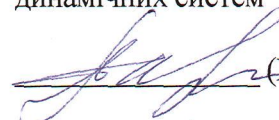
Пролонговано: на 2021/2022 н.р. О.М. Харитонов «31» 08 2021 р.
на 20__/20__ н.р. () « » 20__ р.

КИЇВ – 2020

Розробник **Парасюк І.О.**, д.ф.-м.н., професор, завідувач кафедри геометрії, топології і динамічних систем

ЗАТВЕРДЖЕНО


Зав. кафедри геометрії, топології і динамічних систем

 (Парасюк І.О.)

Протокол №1 від « 29.08 » 2020_ р.

Схвалено науково-методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол від « 31 » 08 2020_ року № 1

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

1. Мета дисципліни – ознайомлення з основними поняттями та положення теорії динамічних систем, насамперед маловимірної динаміки, базовими поняттями й методами, які використовуються в цій теорії, ознайомлення з основними властивостями дискретних динамічних систем (каскадів) на прямій, колі, комплексній площині, застосуваннями комп'ютерів при вивченні поведінки динамічних систем.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни

1. Знати основні поняття, факти і теореми математичного аналізу, аналітичної геометрії, алгебри, диференціальної геометрії та топології, диференціальних рівнянь, комплексного аналізу.

2. Вміти активно використовувати та творчо застосовувати зазначені вище знання в процесі опрацювання матеріалу курсу «Динамічні системи».

3. Володіти елементарними навичками дослідження відображень засобами математичного аналізу та геометрії, ілюстрації аналітичних результатів засобами комп'ютерної графіки.

3. Анотація навчальної дисципліни.

Навчальна дисципліна «Динамічні системи» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань 11 математика та статистика зі спеціальності 111 математика освітньої програми «Комп'ютерна математика». Дана дисципліна є обов'язковою

Зміст дисципліни «Динамічні системи» складають базові відомості, поняття, факти теорії маловимірних динамічних систем. Зокрема, розглядаються: одновимірні динамічні системи на прямій, на колі та на комплексній площині. Наводяться базові положення символічної динаміки. Вивчаються питання існування та класифікації нерухомих та періодичних точок, їхні типи та біфуркації. Описуються множини Жюліа та Мандельброта, пропонуються алгоритми їхньої побудови.

Викладається у 2 семестрі 4 курсу (8 семестрі) в обсязі **90 год. (3 кредити ECTS¹)** зокрема: лекції – всього 28 год., самостійна робота – 60 год, консультації – 2 год. У курсі передбачено 2 змістових модулі та 2 модульні контрольні роботи. Завершується дисципліна іспитом у **восьмому семестрі**.

4. Завдання (навчальні цілі):

формування здатності розв'язувати складні задачі та практичні проблеми у математиці або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів математики, статистики й комп'ютерних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов; набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у математиці, відповідно до освітнього рівня «Бакалавр». Зокрема, професійне оволодіння компетентностями:

- 1) Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- 2) Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- 3) Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності;
- 4) Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями;
- 5) Здатність приймати обґрунтовані рішення;
- 6) Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань);

1 кредитів ECTS – кредит кратний 30 годинам.

- 7) Здатність працювати автономно;
- 8) Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя;
- 9) Здатність використовувати у професійній діяльності базові знання з галузей математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук;
- 10) Здатність використовувати стандартні прийоми та методи математичних досліджень, проявляти творчий підхід, ініціативу;
- 11) Здатність формулювати проблеми математично та в символній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв'язання (СК-1);
- 12) Здатність подавати математичні міркування та висновки з них у формі, придатній для цільової аудиторії, а також аналізувати та обговорювати математичні міркування інших осіб, залучених до розв'язання тієї самої задачі (СК -2);
- 13) Здатність здійснювати міркування та виокремлювати ланцюжки міркувань у математичних доведеннях на базі аксіоматичного підходу, а також розташовувати їх у логічну послідовність, у тому числі відрізняти основні ідеї від деталей і технічних викладок (СК -3);
- 14) Здатність конструювати формальні доведення з аксіом та постулатів і відрізняти правдоподібні аргументи від формально бездоганних (СК -4);
- 15) Здатність до кількісного мислення (СК-5);
- 16) Здатність розробляти і досліджувати математичні моделі явищ, процесів та систем (СК-6)
- 17) Здатність застосовувати чисельні методи для дослідження математичних моделей (СК-7);
- 18) Здатність до аналізу математичних структур, у тому числі до оцінювання обґрунтованості й ефективності використовуваних математичних підходів (СК-8);
- 19) Здатність використовувати обчислювальні інструменти для чисельних і символних розрахунків (СК-10);
- 20) Здатність виражати терміни специфічної предметної області мовою математики (СК-11);
- 21) Здатність розуміти проблеми та виділяти їхні суттєві риси (СК-12);
- 22) Здатність формулювати складні задачі оптимізації та прийняття рішень й інтерпретувати їхні розв'язки в оригінальному контексті цих задач (СК-13);
- 23) Здатність отримувати якісну інформацію на основі кількісних даних (СК-14);
- 24) Здатність розробляти експериментальні та спостережні дослідження й аналізувати дані, отримані на їх основі (СК-15);
- 25) Здатність пояснювати математичними термінами результати, отримані під час розрахунків (СК-16).

5. Результат 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	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання (Формулюються розробником)			

			необхідності	
РН 1.1	Означення динамічної системи, орбіти, нерухомої точки, періодичної точки, граничної множини, множини неблукаючих точок, мінімальної множини, поняття діаграми Ламері.	Лекції, самостійне опрацювання матеріалу	Іспит, активна робота на лекції, усні відповіді	10%
РН 1.2	Поняття тентоподібного відображення, хаотичної динамічної системи, символічної динаміки, структурної стійкості, періодичності Шарковського, похідної Шварца.			10%
РН 1.3	Означення відображення повороту кола, числа обертань, ліфта гомеоморфізму кола.			10%
РН 1.4	Що таке множина Жюліа, множина мандельброта..			10%
РН 2.1	Знаходити нерухомі та періодичні точки, будувати діаграму Ламері.	Лекції, самостійне опрацювання матеріалу	Модульна контрольна робота 1 (60% правильних відповідей)	14%
РН 2.2	Аналізувати орбіти одновимірних каскадів методами символічної динаміки			12%
РН 2.3	Визначати типи орбіт поворотів кола, обчислювати число обертання за наявності періодичних точок			12%
РН 2.4	Застосовувати відповідні алгоритми побудови множин Жюліа та Мандельброта			12%
РН 3.1	Здатність обґрунтовувати власний погляд на задачу та формулювати робочі гіпотези, спілкуватися з колегами з питань застосування математичних методів та теорій	Лекція, самостійна робота	активна робота на лекції, усні відповіді	5%
РН 3.2	Вироблення навиків командної роботи	Лекція, самостійна робота	активна робота на лекції, усні відповіді	5%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни з програмними результатами

Результати навчання дисципліни	Р Н	Р Н	Р Н	Р Н	Р Н	Р Н	Р Н	Р Н	Р Н	Р Н
Програмні результати навчання	1 1	1 2	1 3	1 4	2 1	2 2	2 3	2 4	3 1	3 2
<i>(з опису освітньої програми)</i>										
РН 1 - Знати основні етапи історичного розвитку математичних знань і парадигм, розуміти сучасні тенденції в математиці;	+	+	+	+					+	
РН 3 - Знати принципи modus ponens (правило виведення логічних висловлювань) та modus tollens (доведення від супротивного) і використовувати умови, формулювання, висновки,		+	+	+	+	+	+	+	+	
РН 4 - Розуміти фундаментальну математику на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
РН 6 - Знати методи математичного моделювання природничих та/або соціальних	+								+	

процесів;											
PH 9 - Уміти працювати зі спеціальною літературою іноземною мовою;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PH 10 - Розв'язувати задачі придатними математичними методами, перевіряти умови виконання математичних тверджень, коректно переносити умови та твердження на нові класи об'єктів, знаходити й аналізувати відповідності між поставленою задачею й відомими моделями;					+	+	+	+	+		
PH 11 - Розв'язувати конкретні математичні задачі, які сформульовано у формалізованому вигляді; здійснювати базові перетворення математичних моделей;					+	+	+	+			
PH 12 - Відшуковувати потрібну науково-технічну інформацію у науковій літературі, базах даних та інших джерелах інформації;	+	+	+	+	+	+	+	+			+
PH 16 - Знати теоретичні основи і застосовувати методи топології, функціонального аналізу й теорії диференціальних рівнянь для дослідження динамічних систем;	+	+	+	+	+	+	+	+			
PH 21 - Розв'язувати типові задачі математичного аналізу, алгебри, диференціальних та інтегральних рівнянь, оптимізації за допомогою чисельних методів.					+	+	+	+			

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання студентів:

Оцінювання в першому семестрі

1. Активна робота на лекції, усні відповіді: PH1.1, PH1.2, PH1.3, PH1.4, PH3.1, PH3.2 – 10 балів/5 балів;

2. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: PH2.1, PH2.2, PH2.3 – 4 бали/2 бали

3. Модульна контрольна робота 1: PH2.1, PH2.2 – 24 бали/ 15 балів;

4. Модульна контрольна робота 2: PH2.3, PH2.4 – 22 бали /14 балів;

Разом 60/36

- підсумкове оцінювання: іспит.

- максимальна кількість балів, які можуть бути отримані: 40 балів;

- результати навчання, які будуть оцінюватись: PH1.1, PH1.2, PH1.3, PH1.4, PH2.1, PH2.2, PH2.3, PH2.4

- форма проведення і види завдань: письмова робота.

7.2. Організація оцінювання:

Активна робота на лекціях передбачає що на запитання викладача студенти за власною ініціативою наводять означення понять, формулювання тверджень, передбачених програмою дисципліни, демонструють власні розв'язання вправ і задач, беруть участь у дискусії щодо оптимальних способів отримання правильних результатів.

Самостійна робота передбачає поглиблене опрацювання матеріалу лекцій з використанням джерел, як рекомендованих лектором, так і виявлених студентом у результаті інформаційного пошуку.

Критично-розрахунковий мінімум балів за навчання впродовж семестру становить **20** балів, рекомендований мінімум, розрахований з урахуванням специфіки дисципліни становить **36** балів. Студенти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів ніж рекомендований

мінімум 36 балів для підвищення балів отримують можливість написати додаткову контрольну роботу та доскласти домашні завдання. Мінімальна кількість балів, які додаються до семестрових – 24 бали, тобто, якщо оцінка студента на іспиті є нижчою від мінімального порогового рівня (24 бали), то бали за іспит не додаються до семестрової оцінки (вважаються рівними нулю), а підсумкова оцінка із дисципліни є незадовільною;

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>.

Форма іспиту в кожному семестрі – письмово-усна. Екзаменаційний білет складається із 4 завдань, перші два з яких є теоретичними, два інших – задачі. Кожне завдання оцінюється від 0 до 8 балів. Додатково від 0 до 8 балів студент отримує за усне опитування. Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів.

Терміни проведення форм оцінювання:

1. Модульна контрольна робота №1: на 9-му тижні.
2. Модульна контрольна робота №2: на 14-му тижні.
3. Оцінювання завдань самостійної роботи за РН2.1 на 4-му тижні, за РН2.2 на 8 тижні, за РН2.3 на 12 тижні.

7.3 Шкала відповідності оцінок

Відмінно/ Excellent	90 – 100
Добре/ Good	75 – 89
Задовільно/ Satisfactory	60 – 74
Зараховано/ Passed	60 – 100
Не зараховано/ Fail	0 – 34

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій та самостійної роботи

№ теми	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	МКР	самост. робота
1	Основні поняття теорії динамічних систем та одновимірної динаміки <i>Поняття динамічної системи Основні об'єкти вивчення. Приклади одновимірних динамічних систем. Попередні відомості з математичного аналізу. Дві моделі теорії популяцій. Дискретна динамічна система. Основні означення. Орбіти. Нерухомі точки та їх типи. Періодичні точки та їх типи. Діаграма Ламері. Методи відшукування нерухомих та періодичних точок (аналітичні та із</i>	6	2	8

	<i>застосуванням комп'ютерів). Побудова та аналіз графіків ітерацій відображень.</i>			
2	<i>Вибрані результати з теорії одновимірних відображень Аналіз тентоподібного та логістичного відображень. Поняття хаотичної динамічної системи. Символьна динаміка. Спряженість. Структурна стійкість. Біфуркації подвоєння періоду. Періодичність Шарковського. Застосування похідної Шварца. Поняття про універсальність.</i>	8		22
3	<i>Динамічні системи на колі. Відображення повороту на сталий кут. Характер орбіт. Рівномірність розподілу точок всюди щільної орбіти. Задача про розподіл цифр чисел 2ⁿ. Ліфт гомеоморфізма кола. Число обертання та його властивості. Структурно стійкі відображення кола.</i>	6	2	14
4	<i>Вступ до комплексної динаміки Поняття про множину Жюліа. Алгоритм побудови заповнювальної множини Жюліа. Орбіти в множинах Жюліа. Алгоритм з оберненою ітерацією. Поняття про множину Мандельброта. Алгоритм для квадратичного відображення.</i>	8		16
	ВСЬОГО	28	4	60

Загальний обсяг 90 год., в тому числі:

Лекцій – 28 год.

Самостійна робота - 60 год.

Консультації – 2 год.

9. Рекомендовані джерела

Основні (Базові):

1. Каток А Б, Хассельблат Б. Введение в теорию динамических систем с обзором последних достижений – М.: МЦНМО, 2005.
2. Кроновер Р. М. Фракталы и хаос в динамических системах. — М. : Техносфера, 2006. — 488 с.
3. Бурд В.Ш. Введение в динамику одномерных отображений – Ярославль: Яросл. гос. ун-т, 2006.
4. Шарковский А.Н., Коляда С.Ф., Сивак А.Г., Федоренко В.В., Динамика одномерных отображений. – К.: Наукова думка, 1989.

Додаткова:

1. Нитецки З. Введение в дифференциальную динамику. – М.: Мир, 1975.
2. Brin M., Stuck G. Introduction to Dynamical Systems.– Cambridge University Press, 2003.
3. Devaney, Robert L. An Introduction to Chaotic Dynamical Systems. Studies in Nonlinearity (вид. 2nd). Westview Press, 2003.
4. Arrowsmith D.K, Place C.M. An Introduction to Dynamical Systems. Gambridge University Press. – 2001.