


Розробник:

Васильєв Анатолій Георгійович, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри
теоретичних основ високих технологій

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри теоретичних основ високих технологій

 Валерій ЛОЗОВСЬКИЙ

Протокол № 11 від «03» березня 2021 р.

Схвалено науково - методичною комісією Інституту високих технологій

Протокол від «05» березня 2021 року №3

Голова науково-методичної комісії  Наталя РУСІНЧУК

« 05» березня 2021 року

ВСТУП

1. Мета дисципліни – Створити базу для подальшої самостійної праці студентів магістратури в обраних ними галузях, де б вони могли застосувати математичні методи та ідеї нелінійної динаміки багатокомпонентних систем.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності):

1. Мати базові знання з основ квантової та статистичної фізики.
2. Вміти застосовувати знання з загальної фізики, статистичної та квантової фізики до аналізу властивостей багатокомпонентних систем.
3. Володіти елементарними навичками вищої математики та методів розв'язку диференціальних рівнянь.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Розглядаються математичні моделі нелінійних динамічних систем та методи їх дослідження. Пропонується спільний математичний підхід до різних природних явищ. Розглянуто універсальність явища синхронізації та висвітлено сучасні досягнення в цій галузі науки. Найбільшу увагу приділено теорії морфогенезу та сучасним дослідженням структур Тьюринга у фізиці, хімії та біології.

4. Завдання (навчальні цілі):

Навчання дисципліни має на меті розвивати у студентів такі компетентності:

ЗК1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності

ЗК2. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.

ЗК3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК5. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

ЗК6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність), а також формулювати судження, маючи неповну або обмежену інформацію.

ЗК7. Навички використання інформаційних і-комунікаційних технологій в хімічних дослідженнях та професійній діяльності.

ЗК8. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ФК1. Здатність використовувати закони, теорії та концепції хімії у поєднанні із відповідними математичними інструментами для опису природних явищ.

ФК2. Здатність будувати адекватні моделі хімічних явищ, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, в тому числі з використанням методів молекулярного, математичного і комп'ютерного моделювання.

ФК5. Здатність застосовувати методи комп'ютерного моделювання для вирішення наукових, хіміко-технологічних проблем та проблем хімічного матеріалознавства.

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			
1.1	Знати основи самоорганізації біологічних, хімічних, фізичних, та екологічних систем.	лекція, практичне заняття, самостійна робота	Контрольна робота 1	10%
1.2	Знати основні математичні методи, що застосовуються для моделювання нелінійних динамічних систем та методи їх дослідження.	лекція, практичне заняття, самостійна робота	Контрольна робота 2	10%

1.3	Знати перелік задач сучасних наук: біології, біотехнології, хімії, фізики до розв'язання яких застосовуються методи нелінійних динамічних систем та методи їх дослідження.	лекція, практичне заняття, самостійна робота	Контрольна робота 3	10%
1.4	Знати перелік задач сучасної науки, до розв'язання яких застосовуються методи нелінійних динамічних систем	лекція, практичне заняття, самостійна робота	Дві доповіді	20%
2.1	Вміти самостійно розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі професійної діяльності, що передбачає проведення досліджень та здійснення інновацій	Практичні роботи, самостійна робота	реферат	10%
4.1	Вміти застосовувати методи нелінійної динаміки до аналізу міждисциплінарних задач.	Самостійна робота студента	Підсумкова контрольна робота	40%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2
Програмні результати навчання						
1. Здатність використовувати закони, теорії та концепції хімії у поєднанні із відповідними математичними інструментами для опису природних явищ.	+	+	+	+	+	+
2. Здатність будувати адекватні моделі хімічних явищ, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, в тому числі з використанням методів молекулярного, математичного і комп'ютерного моделювання.	+	+	+	+	+	+
5. Здатність застосовувати методи комп'ютерного моделювання для вирішення наукових, хіміко-технологічних проблем та проблем хімічного матеріалознавства.					+	+
8. Здатність формулювати нові гіпотези та наукові задачі в галузі хімії, вибирати напрями та відповідні методи для їх розв'язання на основі розуміння сучасної проблематики досліджень в галузі хімії та беручи до уваги наявні ресурси.					+	+

7. Схема формування оцінки.

Контроль знань здійснюється за модульно-рейтинговою системою, яка складається із 3 змістових модулів. Система оцінювання знань включає поточний, модульний та семестровий контроль знань. Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100-бальною шкалою. Форми поточного контролю: оцінювання домашніх робіт, письмових контрольних робіт, рефератів та доповідей на практичних заняттях, виконаних студентами під час практичних занять. Студент може отримати максимально 60 балів (по 20 балів у кожному змістовому модулі) за виконання домашніх робіт (усні доповіді (10 балів за кожную доповідь), реферати (10 балів)) та письмових контрольних робіт (10 балів). Модульний контроль: 3 контрольні роботи (МКР). Підсумковий семестровий контроль проводиться у формі підсумкової контрольної роботи (40 балів). Білет підсумкової контрольної роботи включає 2 теоретичні питання (по 15 балів) та одну задачу (10 балів).

У випадку відсутності студента з поважних причин здійснюються відпрацювання та передача МКР.

Оцінювання за формами контролю:

	ЗМ1		ЗМ2		ЗМ3		Підсумкова КР	
	Min. 0 балів	Max. 20 балів	Min. 0 балів	Max. 20 балів	Min. 0 балів	Max. 20 балів	Min. 0 балів	Max. 40 балів
Домашні завдання:		10		10		10		

контрольна робота		10		10		10		40
-------------------	--	----	--	----	--	----	--	----

7.1 Форми оцінювання студентів:

Результати роботи студента буде оцінено протягом семестру при виконанні усіх обов'язкових видів роботи. Студент не допускається до підсумкової КР, якщо під час семестру набрав менше ніж 26 балів. Для студентів, які набрали сумарно меншу кількість балів ніж

критично-розрахунковий мінімум – 26 балів – для одержання іспиту/заліку обов'язкова перездача МКР за яким набрав меншу кількість балів.

7.2 Організація оцінювання:

Модульні контролю проводяться за графіком: контрольна робота №1 – на другому практичному занятті, контрольна робота №2 – на четвертому практичному занятті, модульна контрольна робота №3 – на п'ятому практичному занятті. Теми реферату студенти обирають на першій лекції. Реферати здають на другому практичному занятті. Теми доповідей студенти обирають на третій лекції. Доповіді презентують використовуючи час наприкінці кожної лекції починаючи з четвертої. Підсумкову контрольну роботу студенти виконують на останньому лекційному занятті.

7.3 Шкала відповідності оцінок

Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

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

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	практичні	самостійна робота
<i>Частина 1 Теоретичне навчання</i>				
1	Вступ. Тема 1 Другий початок термодинаміки і самоорганізація. Теорема Прігожина. Загальний математичний підхід до дослідження самоорганізації.	2		4
2	Тема 2. Кооперативні ефекти та самоорганізація в біології. Типові моделі: Лотка-Вольтерра, Розенцвайга, Базикіна	2	2	8
3	Тема 3. Бістабільні системи. Біологічні та біохімічні тригери. Хід еволюційного відбору. Генетичний тригер Жакоба і Моно.	2		4
	<i>Контрольна робота 1</i>		2	4
4	Тема 4. Реакція Білоусова-Жаботинського як автоколивальний процес. Моделі «брюсселятор» та «орегонатор».	2		4
5	Тема 5. Біфуркація Хопфа. М'яке та жорстке збудження автоколивань на прикладах моделей Ходжкіна-Хакслі та ФитцХью—Нагумо	2	2	8
6	Тема 6. Просторово-дисипативні структури. Моделі морфогенезу. Хімічні причини морфогенезу. Біфуркація Тьюрінга	2		4
	<i>Контрольна робота 2</i>		2	4
7	Тема 7. Автохвилі. Біжучі фронти та біжучі імпульси. Рух доменів у напівпровідниках. Ефект Ганна. Магнітні домени	2		4
8	Тема 8. Конвекція Бенара-Релея. Модель Лоренця. Комірки Бенара	2		4
9	<i>Контрольна робота 3</i>		2	4
9	Тема 9. Кооперативні ефекти в лазерах: самоорганізація та фазові переходи. Одномодові та багатомодові лазери.	2		4
10	Підсумкова модульна контрольна робота	2		4
	ВСЬОГО	20	10	60

Загальний обсяг 90 год., в тому числі:

Лекцій – **20 год.**

Практичні заняття - **10 год.**

Самостійна робота - **60 год.**

9. Рекомендовані джерела:

Основна:

1. Хакен Г. Синергетика / Г. Хакен. – М. : Мир, 1980.
2. Сугаков В. Й. Основы синергетики / В. Й. Сугаков. – К. : Обереги, 2001.
3. Кузнецов А. П., Кузнецов С.П., Рыскин Н.М., Нелинейные колебания : Учеб. пособие для вузов М. : Физматлит, 2002.
4. Gamazin S., Deneubourg J.-L., Frencs N.R. et al. Self-organization in biological systems ,2003
5. Анісімов І. О. Синергетика : навч. посіб. / І. О. Анісімов – К. : ВПЦ "Київський університет", 2006.
6. Ghoniem N. , Walgraef D. Instabilities and Self-Organization in Materials (Monographs on the Physics and Chemistry of Materials) , 2008
7. Лошицький, П. П., Ніколов М. О. Моделирование биофизических процессов. Вступ до синергетики. Навч. посібник. К. НТУУ «КПІ», 2014

Додаткова:

1. Hohenberg P. C. An introduction to the Ginzburg-Landau theory of phase transition and nonequilibrium patterns / P. C. Hohenberg, A. P. Krekhov // Phys. Rep., 2015. – Vol. 5/2. – P. 1–42.
2. Кузнецов А. П. Динамические системы и бифуркации (задачи и примеры решений) / – Саратов : изд. центр "РАТА", 2008.
3. Ризниченко Г. Ю Лекции по математическим моделям в биологии – М. : изд-во "РХД", 2011.
4. Трубецков Д. И. Феномен математической модели Лотки–Вольтерры и сходных с ней / Изв. вузов "ПНД", 2011. – Т. 19, № 2. – С. 69–88.
5. James M. Bower. Exploring Realistic Neural Models with the General Neural Simulation System. Chapt. 4 in The Book of GENESIS ; ed. M. James Bower, David Beeman // Springer Science & Business Media, Dec 6, 2012. – Computers.

Интернет-ресурси:

1. <http://links.jstor.org/sici?sici=0080-4622%2819520814%29237%3A641%3C37%3AТСВОМ%3E2.0.CO%3B2-I>
2. <https://technerium.ru/uk/kolebatelnye-reakcii-v-himii-nauchno-issledovatelskaya-rabota/>
3. <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/27589/1/Biophysics.pdf>