

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Інститут високих технологій

Кафедра нанofізики конденсованих середовищ



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Математичні методи в сучасній біології

(повна назва дисципліни)

для студентів

галузь знань 09 Біологія
(шифр і назва)

спеціальність **091 Біологія**
(шифр і назва спеціальності)


освітній рівень **магістр**
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)

освітня програма **Біоінформатика та структурна біологія**
(назва освітньої програми)

вид дисципліни обов'язкова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2020/2021
Семестр	1
Кількість кредитів ECTS	4.0
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладач: Русінчук Наталя Миколаївна, асистент кафедри нанofізики конденсованих середовищ

Пролонговано: на 20²¹/20²² н.р.  (Н.М. Русінчук) «25» 03 2021 р. *прот. 23*
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. (_____) «__» __ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

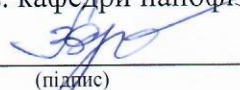
КИЇВ – 2020

Розробники:

Русінчук Наталя Миколаївна, к.ф.-м.н., асистент, кафедра нанofізики конденсованих середовищ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри нанofізики конденсованих середовищ


_____ (Скришевський В.А.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол № 8 від « 12 » червня 2020 р.

Схвалено науково - методичною комісією Інституту високих технологій

Протокол від « 24 » червня 2020 року № 3

Голова науково-методичної комісії _____ (Русінчук Н.М.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

1. Мета дисципліни – ознайомлення студентів з відомими числовими алгоритмами для розв'язання біологічних задач та оволодіння підходами до моделювання процесів у природі, навичками використання сучасних типових числових методів та сучасних програмних середовищ.

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

1. Мати базові знання з вищої математики та математичного аналізу.
2. Вміти записати диференційне рівняння, що описує поведінку динамічної системи, розв'язати аналітично диференційне рівняння.
3. Володіти елементарними навичками складання алгоритмів та написання програм для реалізації обчислень.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Предметом навчальної дисципліни є математичні методи, що використовуються в сучасній біології для розв'язання рівнянь, обробки даних, створення імітаційних моделей біологічних процесів.

В курсі робиться короткий огляд основних математичних операцій, що зустрічаються в сучасній біології, а також детально розглядаються найбільш поширені числові підходи до розв'язання задач біології: методи чисельного диференціювання та інтегрування; використання сіткових методів та кінцевих різницевих схем для розв'язання диференціальних рівнянь та їх систем; застосування стохастичних та імовірнісних методів до розв'язання задач сучасної біології, а також метод Монте-Карло для опису поведінки стохастичних біологічних систем.

4. Завдання (навчальні цілі):

Навчання дисципліні має на меті розвинути у студентів такі компетентності:

ЗК06. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

СК01. Здатність користуватися новітніми досягненнями біології, необхідними для професійної, дослідницької та/або інноваційної діяльності. Здатність застосовувати знання у професійній діяльності з урахуванням новітніх досягнень, у т.ч. для дослідницької роботи.

СК02. Здатність формулювати задачі моделювання, створювати моделі об'єктів і процесів на прикладі різних рівнів організації живого із використанням математичних методів й інформаційних технологій.

СК03. Здатність користуватися сучасними інформаційними технологіями та аналізувати інформацію в галузі біології і на межі предметних галузей.

СК04. Здатність аналізувати і узагальнювати результати досліджень різних рівнів організації живого, біологічних явищ і процесів.

СК11. Вміння розробляти програмне забезпечення для обробки біомолекулярних даних.

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 основні чисельні методи до операцій диференціювання та інтегрування, розуміти межі їх застосовності, точність.	Лекції	Модульна контрольна робота: 1 запитання	5%
1.2	Знати основні методи, що використовуються для розв'язання диференціальних рівнянь різних порядків та їх систем, розуміти межі їх застосовності, точність.	Лекції	Модульна контрольна робота: 2-3 запитання	10%
1.3	Знати основні математичні методи, що застосовуються для моделювання стохастичних систем: системи в	Лекції	Модульна контрольна робота: 4-5 запитання	10%

	<i>стохастичному середовищі, клітинні автомати, фрактали.</i>			
1.4	<i>Знати перелік задач сучасної біології, до розв'язання яких застосовуються специфічні математичні методи</i>	<i>Самостійна робота студента</i>	<i>Доповідь під час інтерактивних лекцій: зміст</i>	7%
2.1	<i>Вміти застосовувати спеціальне програмне забезпечення для розв'язання задач біології та створення комп'ютерних моделей реальних об'єктів та процесів.</i>	<i>Практичні роботи</i>	<i>Семестрова робота студента: опис результатів</i>	32%
3.1	<i>Вміти донести інформацію про постановку задач сучасної біології та математичні методи їх розв'язання до аудиторії.</i>	<i>Самостійна робота студента</i>	<i>Доповідь під час інтерактивних лекцій: якість представлення</i>	5%
4.1	<i>Прийняти і обґрунтувати рішення щодо вибору методу.</i>	<i>Інтерактивні лекції, практичні заняття, самостійна робота студента</i>	<i>Семестрова робота студента: обґрунтування методів</i> <i>Розв'язання задачі на модульній контрольній роботі</i>	16% 15%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	3.1	4.1
Програмні результати навчання							
ПР2. Використовувати бібліотеки, інформаційні бази даних, інтернет ресурси для пошуку необхідної інформації.				+	+	+	+
ПР4. Розв'язувати складні задачі в галузі біології, генерувати та оцінювати ідеї.	+	+	+		+		
ПР7. Описувати й аналізувати принципи структурно-функціональної організації, механізмів регуляції та адаптації організмів до впливу різних чинників.					+		+
ПР11. Проводити статистичну обробку, аналіз та узагальнення отриманих експериментальних даних із використанням програмних засобів та сучасних інформаційних технологій.					+		+
ПР16. Моделювати об'єкти і процеси у живих організмах та їхніх компонентах із використанням математичних методів й інформаційних технологій.	+	+	+	+	+		+
ПР17. Розробляти програмне забезпечення для обробки біомолекулярних даних.	+	+	+	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота: РН 1.1-1.3, 4.1 - 40 балів/24 бали.

2. Самостійна семестрова робота: РН 2.1. - 48 балів/32 бали.

3. Доповідь під час лекції: РН 1.4,3.1 - 12 балів/6 балів.

Усього: 100 балів/60 балів.

- підсумкове оцінювання: відсутнє.

Оцінювання	Min	Max
Семестрове оцінювання	60	100
Всього	60	100

7.2 Організація оцінювання:

На початку семестру студенти отримують теми для підготовки коротких (3-5 хвилин) доповідей під час проведення лекцій. Починаючи з 2 лекційного заняття студенти роблять свої доповіді із використанням будь-яких методів та форм представлення інформації: зміст доповіді оцінюється з точки зору її новизни, актуальності, науковості (використання наукових джерел інформації) та повноти викладення у 7 балів, а якість донесення інформації до аудиторії – у 5 балів. Мінімум за дане завдання – 6 балів – може бути отримано за умови підготовки доповіді у текстовому форматі з презентацією без усної доповіді під час лекції.

Після другого практичного заняття студенти отримують індивідуальні завдання до семестрової роботи. Кожне завдання складається з 8 частин. Кожна окрема частина присвячена темі окремого практичного заняття з другого по дев'яте. Кожна частина оцінюється в 6 балів: 4 бали за правильність розв'язку та 2 бали за обґрунтування методів розв'язку, викладене у звіті. У випадку помилок у розв'язку завдання студенту дозволяється їх виправити після перевірки. Мінімальну кількість балів студент може отримати у випадку правильного розв'язання усіх завдань без представлення їх письмового обґрунтування.

У кінці семестру після завершення вивчення тем на останньому практичному занятті (№10) проводиться модульна контрольна робота. Контрольна робота спрямована на визначення рівня знань студентами матеріалів лекцій за весь семестр та вміння застосовувати отримані знання до розв'язання задач. Результати контрольної роботи студенти дізнаються у той самий день. Контрольна робота вважається складеною, якщо студент розв'язав задачу та надав хоча короткі відповіді на кожне з запитань. У цьому випадку він отримує мінімально можливу оцінку за контрольну роботу – 24 бали. У випадку неуспішного написання контрольної роботи студенту дозволяється один раз її перескласти.

Студент отримує залік лише за умови успішного виконання кожного з трьох оцінювань хоча б на мінімально можливий бал: підготовку доповіді, розв'язання семестрової роботи та написання модульної контрольної роботи.

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
Частина 1 Теоретичне навчання				
1	Вступ. Тема 1 Вступ. Математичні методи у розвитку сучасної біології. Основні математичні операції, що використовуються у біології: диференціювання, інтегрування, розв'язання диференціальних рівнянь та їх систем, операції над матрицями, операції над тензорами, , Програмне забезпечення для математичного моделювання.	2	2	8
2	Тема 2. Різницеві похідні та точність комп'ютерного моделювання. Розв'язання диференціальних рівнянь першого порядку з заданими початковими умовами. Основні алгоритми, їх межі застосовності, точність.	2	2	8
3	Тема 3. Розв'язання диференціальних рівнянь другого порядку з заданими початковими умовами. Основні алгоритми, їх межі застосовності, точність.	2	2	8
4	Тема 4. Розв'язання крайових задач. Метод стрільби та метод скінченних різниць. Межі застосовності та точність алгоритмів.	2	2	8
5	Тема 5. Розв'язання систем диференціальних рівнянь. Основні алгоритми, їх межі застосовності, точність.	2	2	8
6	Тема 6. Загальні підходи до розв'язання диференціальних рівнянь у частинних похідних. Особливості сіткових методів що використовуються в природничих науках.	2	2	8
7	Тема 7. Зв'язані коливні системи. Перехід від системи рівнянь що описує зв'язані осцилятори до хвильового рівняння. Моделювання хвиль. Фур'є аналіз. Швидке перетворення Фур'є.	2	2	8
8	Тема 8. Поняття про метод Монте-Карло. Генератори випадкових чисел. Генерація числових послідовностей с заданим законом розподілу ймовірностей. Похибки при моделюванні методом Монте-Карло.	2	2	8
9	Тема 9. Чисельне інтегрування. Розв'язання інтегральних рівнянь.	2	2	8
10	Тема 10. Перколяція. Фрактали. Клітинні автомати.	2	1	8
11	Модульна контрольна робота		1	
	ВСЬОГО	20	20	80

Загальний обсяг 120 год., в тому числі:

Лекцій – 20 год.

Практичні заняття - 20 год.

Самостійна робота - 80 год.

9. Рекомендовані джерела:

Основна:

1. Ризниченко Г.Ю. Лекции по математическим моделям в биологии, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2011 г.
2. Murray J.D. Mathematical Biology: I. An Introduction, Springer, 2002.
3. Murray J.D. Mathematical Biology: II. Spatial Models and Biomedical Applications, Springer, 2003.

Додаткова:

1. Muller J. Mathematical Models in Biology, Lectures 2003-2004
2. Jost J. Mathematical Methods in Biology and Neurobiology, Max Planck Institute for Mathematics in the Sciences, 2007
3. Kisdi E. Mathematical Methods in Biology: lecture notes, University of Helsinki
4. Chasnov J.R. Mathematical Biology: Lecture notes, The Hong Kong University of Science and Technology, 2016
5. Quine J.R. Mathematical techniques in structural biology: lecture notes, Florida State University

10. Додаткові ресурси:

1. <https://diveintopython3.problemsolving.io/>
2. <https://www.scipy.org/>